

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 (вала
ТХ 27.01, річна програма 12500 шт.), з проектуванням механічної ділянки по
її виготовленню.

Виконав: здобувач вищої освіти групи ТМ-15д

Герасименко І.В.

(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 88 с., 22 табл., 6 рис., 17 джерел.

У дипломній роботі розроблено технологічний процес виготовлення деталі «ВАЛ ТХ 27.01».

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. Спроектовано 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 на операцію 10.....	A1
Розрахунково-технологічна карта наладки на операції 15-20....	A1
Пристосування контрольне.....	A1
Ділянка цеху.....	A1
Усього в листах формату A1.....	4,5

Комплект технологічної документації на 20 сторінках.

ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ.....	6
ВСТУП.....	7
1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	8
1.1 Службове призначення і технічна характеристика виробу і деталі... 8	8
1.2 Визначення типу виробництва та вибір способу отримання заготівлі.....	8
1.3 Вибір технологічних баз.....	10
1.4 Розробка маршруту обробки деталі.....	11
1.5 Розрахунок режимів різання.....	19
2 ПЛАНУВАННЯ ЦЕХУ.....	21
2.1 Визначення методу виробництва.....	21
2.2 Розрахунок необхідної кількості обладнання.....	21
2.3 Проектування верстатного відділення.....	22
2.4 Вибір методу розташування обладнання та вибір способу орієнтації верстатів щодо поздовжнього проїзду.....	23
2.5 Вибір відстаней між верстатами.....	23
2.6 Ширина поздовжнього проїзду та площа верстатного відділення.....	24
2.7 Установка устаткування при монтажі.....	25
2.8 Вибір і обґрунтування транспортних засобів.....	25
2.9 Проектування системи збирання стружки.....	26
2.10 Проектування допоміжних відділень.....	27
2.11 Проектування ремонтної бази.....	28
2.12 Проектування загострювального та контрольного відділення.....	29
2.13 Проектування відділення МОР.....	31
2.14 Проектування інструментально-роздавальної комори.....	31
2.15 Вибір і обґрунтування характеристик виробничої будівлі.....	32
2.16 Тип та габарити будівлі.....	32
2.17 Сітка колон.....	33

2.18 Висота прольоту.....	34
2.19 Визначення необхідної кількості обладнання в умовах дрібносерійного виробництва.....	35
3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	38
3.1 Постановка завдань.....	38
3.2 Особливості техніко-економічних розрахунків при впровадженні верстатів з ЧПУ.....	38
3.3 Розрахунок трудомісткості продукції.....	40
3.4 Розрахунок потреби в виробничих площах.....	41
3.5 Розрахунок енергоємності продукції.....	42
3.6 Розрахунок елементів капітальних вкладень за варіантами в підприємство-виробник.....	44
3.7 Розрахунок капіталовкладень в устаткування.....	44
3.8 Розрахунок капіталовкладень в будівлі.....	45
3.9 Розрахунок капіталовкладень в запаси матеріалів.....	46
3.10 Розрахунок сумарних капіталовкладень за варіантами.....	48
3.11 Розрахунок елементів повної собівартості деталі та розрахунок витрат на матеріали.....	48
3.12 Розрахунок технологічної собівартості деталі.....	49
3.13 Розрахунок цехової собівартості деталі.....	58
3.14 Розрахунок річного економічного ефекту та народногосподарських витрат за варіантами.....	59
4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	61
4.1 Загальні вимоги безпеки до технологічних процесів.....	61
4.2 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів при механічній обробці матеріалів різанням.....	62
4.3 Вентиляція.....	63
4.4 Освітлення робочих місць.....	64
4.5 Шум і вібрації.....	65
4.6 Пожежна безпека.....	67

5 ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ.....	69
6 НАУКОВО ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА.....	74
6.1 Надтверді інструментальні матеріали.....	74
6.2 Висновок науково-дослідницької роботи.....	78
ВИСНОВКИ.....	80
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	81
ДОДАТОК 1.....	83
ДОДАТОК 2.....	84
ДОДАТОК 3.....	85
ДОДАТОК 4.....	86
ДОДАТОК 5.....	87
ДОДАТОК 6.....	88

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

МОР – мастильно-охолоджуючі рідини

ІКР – інструментально-роздавальна комора

ЕМС – єдина модульна система

ЧПУ – числове програмне управління

ЦО – цивільна оборона

ЦЗ – цивільний захист

ГБН – гексагональний нітрид бору

КНБ – кубічний нітрид бору

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.

У цьому дипломному проекті проведено роботу з виготовлення вала.

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Службове призначення і технічна характеристика виробу і деталі

Деталь вал призначена для передачі крутного моменту і відноситься до групи циліндричних виробів. Зважаючи на відсутність в комплекті документації складального вузла, в якому працює даний виріб, службове призначення деталі є передбачуваним. Хімічний склад у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1- Хімічний склад у % сталі 40X

Хімічний склад у % сталі 40X					
C	0,36 – 0,44	Mn	0,5 – 0,8	S	до 0,035
Si	0,17 – 0,37	Ni	до 0,3	P	до 0,035
Cr	0,8 – 1,1	Cu	до 0,3	Fe	≈ 97

1.2 Визначення типу виробництва та вибір способу отримання заготівлі

Для попереднього визначення типу виробництва можна використати масу деталі ($m_{дет} = 1,4$ кг) і програму випуску ($N = 12500$ од. у рік.). Виберемо тип виробництва за таблиці 1.2

Таблиця 1.2 - Залежність типу виробництва

Маса деталі, кг	Тип виробництва				
	один.	дрібносер.	середньосер.	крупносер.	масове
< 1,0	< 10	10-2000	1500-100 000	75 000-200 000	200 000
1,0-2,5	< 10	10-1000	1000-50 000	50 000-100 000	100 000
2,5-5,0	< 10	10-500	500-35 000	35 000-75 000	75 000
5,0-10	< 10	10-300	300-25 000	25 000-50 000	50 000
> 10	< 10	10-200	200-10 000	10 000-25 000	25 000

Правильний вибір заготівлі - найважливіший етап побудови ТП

виготовлення виробу. Вид заготівлі і спосіб її отримання робить істотний вплив на характер технологічного процесу, трудомісткість і економічність обробки.

В якості технічних критеріїв при виборі заготівлі приймають матеріал, конфігурацію деталі, розмір, масу, необхідну точність виготовлення і так далі. В якості економічного критерію приймають собівартість виготовлення заготівлі.

Алгоритм вибору заготівлі:

Для деталі «ВАЛ» річна програма випуску складає 12500 шт.

Визначаємо чотири основні показники деталі:

- матеріал сталь 40Х ГОСТ 4543-71.
- основні конструктивні ознаки: ступінчастий вал з прямолінійною віссю.

Спосіб – кування.

Вибираємо параметри поковки згідно ГОСТ 7062-90:

Кувальний ухил $\leq 10^\circ$

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$k = \frac{M_{dem}}{M_3} = \frac{5}{6,98} = 0,58 \quad (1.1)$$

Вартість заготівлі, отриманої куванням, розрахуємо по формулі:

$$S_{загл} = \left(\frac{C_i}{1000} \times Q \right) - (Q - q) \times \frac{S_{омх}}{1000}, \quad (1.2)$$

де C_i - базова вартість однієї тони заготівель, грн;

Q - маса заготівлі, кг;

q - маса деталі, кг;

$S_{омх}$ - вартість однієї тони відходів, грн;

За даними заводу і рекомендаціями приймаємо: $C_i = 15000$ грн;

$$Q = 2,3 \text{ кг}; \quad \xi = 1,4 \text{ кг}; \quad S_{отх} = 3000 \text{ грн};$$

Підставивши усі дані у формулу отримуємо:

$$S_{заг} = \left(\frac{15000}{1000} \times 2,3 \right) - (2,3 - 1,4) \times \frac{3000}{1000} = 236 \quad (1.3)$$

Побудуємо креслення заготівлі:

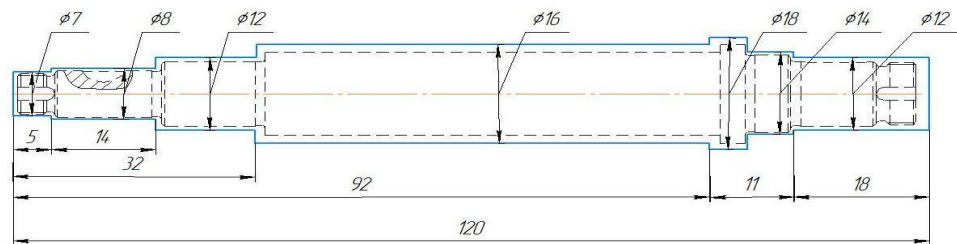


Рисунок 1.1 - Креслення кованої поковки

Висновок: при гарячому штампуванні маса заготівлі і відходів менша, а отже, більше і коефіцієнт використання металу. Тому приймаємо використання заготівлі з штампової поковки, оскільки цей варіант забезпечує найменшу технологічну вартість і поточні витрати на виготовлення деталі.

1.3 Вибір технологічних баз

Складемо схему базування заготівлі на операціях (Таблиця 1.3).

Таблиця 1.3 - Схема базування заготівлі на операціях

№ опер.	Найменування операції	Теоретична схема базування
010	Фрезерно-центрувальна	
015	Токарно-гідрокопіювальна	
020	Токарна з ЧПУ	
030		

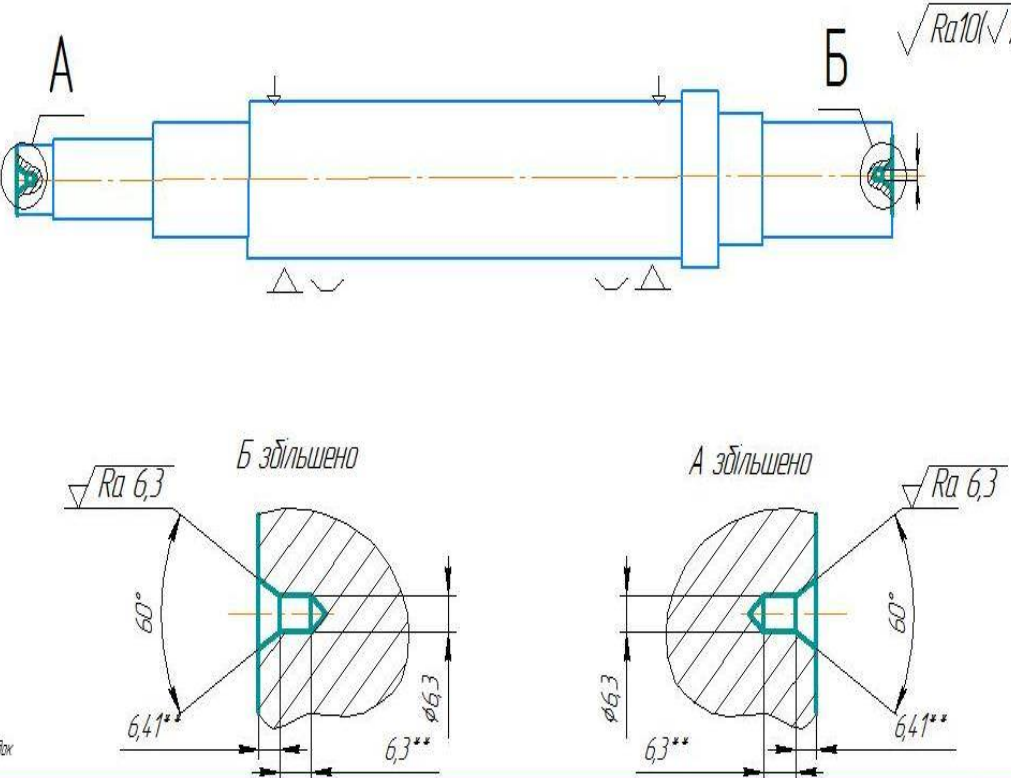
1.4 Розробка маршруту обробки деталі

Маршрут обробки є описом технологічного процесу виготовлення виробу з усіма операціями різних видів в технологічній послідовності. Основна вимога, яку необхідно виконати при розробці технологічного процесу, зводиться до того, щоб цей процес здійснювався з найповнішим використанням усіх технологічних можливостей обладнання, пристосувань і інструментів при найвигідніших режимах обробки, що допускаються цим обладнанням. Для його складання необхідно враховувати наступні принципи:

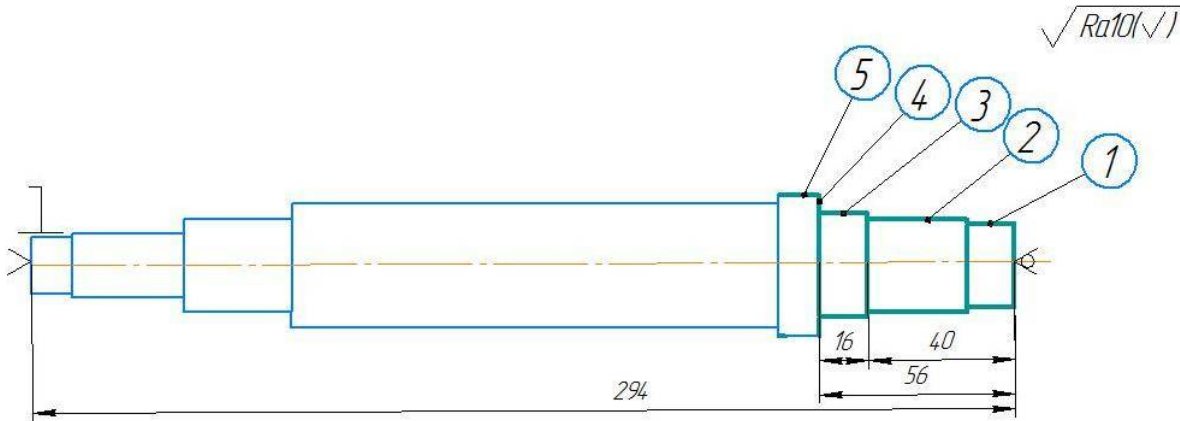
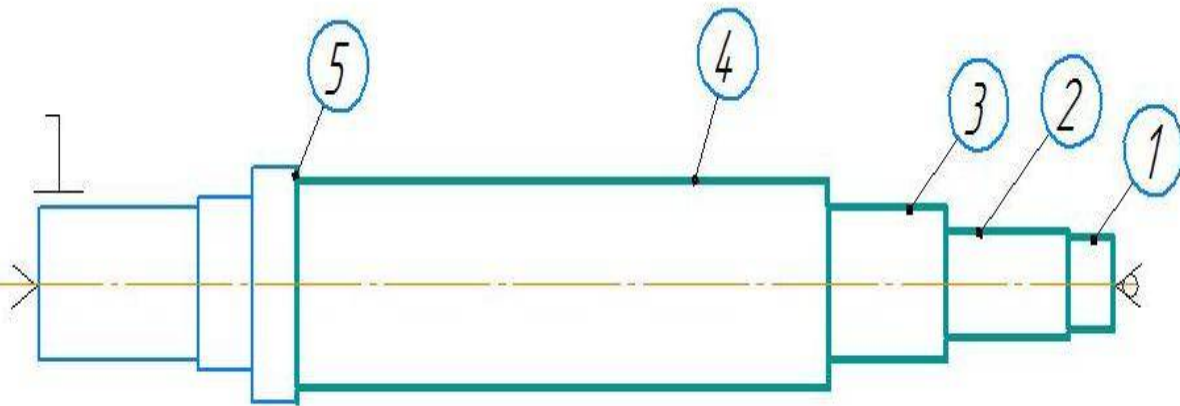
- в першу чергу слід обробляти поверхню, яка служитиме базою для подальших операцій;
- кожна подальша операція повинна зменшувати погрішності і покращувати якість поверхні;
- обробку ступінчастих поверхонь виконувати в послідовності, при якій загальна довжина робочого ходу інструменту буде найменшою. При складанні маршруту обробки був зроблений аналіз базового технологічного процесу і типовий технологічний процес виготовлення деталей класу тіл обертання.

Складемо маршрут обробки деталі Вал в таблиці 1.4.

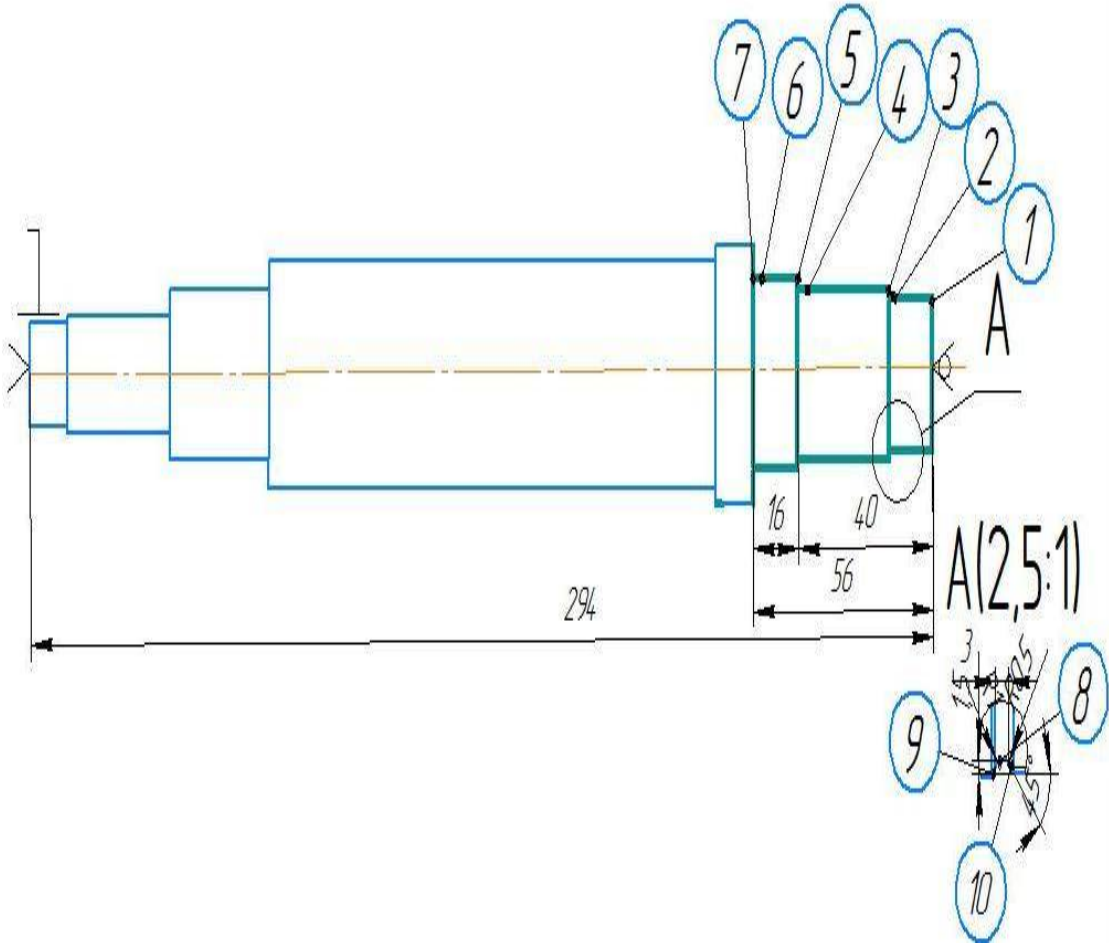
Таблиця 1.4 - Маршрут обробки деталі Вал

№ опер.	Найменування операції	Операційний ескіз і схема установки	Обладнання	Перехід
005	Заготівельна			По техпроцесу ОГМет
007	Термічна			Нормалізація
010	Фрезерно-центрувальна		МР-73М	<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити, закріпити, зняти 2. Фрезерувати торці 1 і 3 одночасно 3. Свердлити два отвори 2 і 4 витримуючи розміри 4. Контроль 50%

Продовження таблиці 1.4

015	Токарно-гідрокопіювальна		1722	<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити, закріпити, зняти 2. Точити поверхні 1-5. <p>Контроль 20%</p>
020	Токарно-гідрокопіювальна		1722	<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити, закріпити, зняти 2. Точити поверхні 1-5 3. Контроль 20%

Продовження таблиці 1.4

025	Токарна з ЧПУ		16К20Т1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити, закріпити, зняти 2. Точити фаску 1,3,5,9,10 за програмою 3. Точити канавку 2,4,6,7,8 за програмою 4. Контроль 70%
-----	---------------	---	---------	---

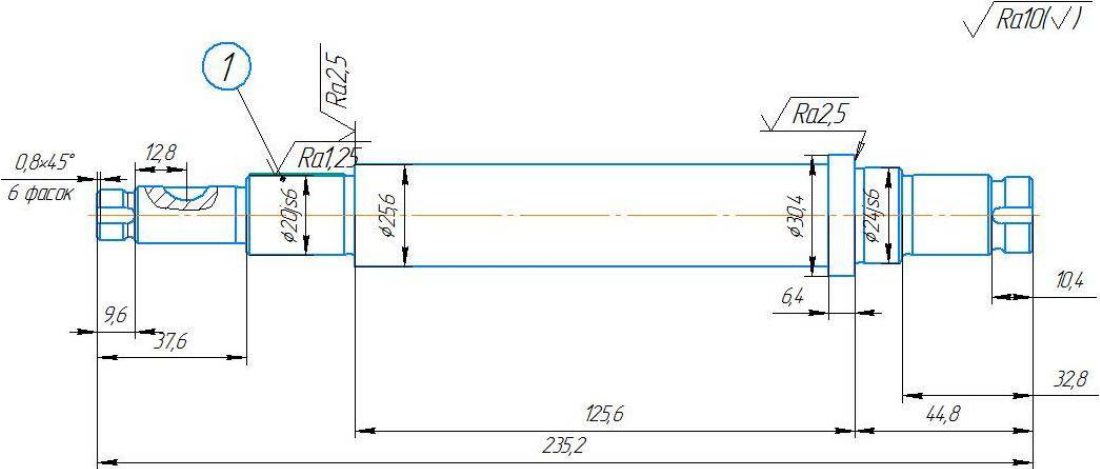
Продовження таблиці 1.4

030	Токарна з ЧПУ		16K20T1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити, закріпити, зняти 2. Точити фаски 1,4,7 за програмою 3. Точити канавку 2,3,5,6,8,9 за програмою 4. Контроль 70%
-----	---------------	--	---------	--

Продовження таблиці 1.4

<p>035</p>	<p>Фрезерувальна з ЧПУ</p>	<p>При виконанні слід звернутися з контрольною картою звернути увагу на Д-Д та Б-Б особливо *</p>	<p>16K20</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити, закріпити, зняти 2. Оброблювати Поверхню 1 за програмою. <p>Контроль 20%</p>
<p>040</p>	<p>Фрезерувальна з ЧПУ</p>	<p>При виконанні особливої контроль по контрольній карті звернути особливої увагу на Г-Г та В-В *</p>	<p>16K20</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити, закріпити, зняти 2. Оброблювати поверхню 1 за програмою. 3. Контроль 20%

Продовження таблиці 1.4

042	Слюсарна			
048	Термічна			Закалка
050	Круглошліфувальна		ЗМ152	<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити, закріпити, зняти 2. Шліфувати поверхню 1-3 3. Контроль 100%

Продовження таблиці 1.4

<p>055</p>	<p>Круглошліфувальна</p>		<p>3M152</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити, закріпити, зняти 2. Шліфувати поверхню 1-2 3. Контроль 100%
<p>060</p>	<p>Контрольна</p>	<p>Контрольна карта 060</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1. Контроль 100%

1.5 Розрахунок режимів різання

Розрахуємо режими різання на чорнове точіння поверхні в операції 015. Приймаємо глибину різання $t = 2,7$ мм. Подачу по [2, с. 268, табл. 14] для чорнового обточування і приймаємо $S = 1,2$ мм/об.

Визначимо швидкість різання:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v, \quad (1.4)$$

де C_v, x, y, m - емпіричні коефіцієнти

$$C_v = 243; x = 0,15; y = 0,4; m = 0,2;$$

T - період стійкості, приймаємо по [2, С. 268]: $T = 50$ хв;

K_v - вплив матеріалу заготовки.

- коефіцієнта оброблюваності $K_{mv} = 0,83$ [2, с. 261, табл. 1],

- стану поверхні $K_{pv} = 0,8$ [2, С. 263 табл. 5],

- матеріалу інструменту $K_{iv} = 0,83$ [2, С. 263 табл. 6].

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 0,83 \cdot 0,8 \cdot 0,83 = 0,551 \quad (1.5)$$

Підставивши знайдені значення в формулу отримаємо:

$$V = \frac{243}{50^{0,2} 3,6^{0,15} 1,2^{0,4}} \cdot 0,465 = 47,128 \text{ м / хв}$$

Визначимо швидкість обертання шпинделя верстата, що забезпечує дану швидкість різання:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 47,128}{3,14 \cdot 370} = 39,77 \text{ об/хв} \quad (1.6)$$

Інші режими різання призначаємо за нормативами і заносимо в операційні карти.

2 ПЛАНУВАННЯ ЦЕХУ

2.1 Визначення методу виробництва

Визначимо мінімальну програму випуску, доцільну для організації поточного виробництва:

$$N_{\min} = \frac{60 \times F_{\text{эф}} \times \eta_{\text{з.сп}}}{t_{\text{шт.сп}}}; \quad (2.1)$$

де F - ефективний фонд часу обладнання,

$$F = 4015 \text{ год.};$$

$\eta_{\text{з. пор.}}$ - середній коефіцієнт завантаження устаткування на лінії або ділянці, $\eta_{\text{з. пор.}} = 0,65 \div 0,75$;

$t_{\text{шт. пор.}}$ - штучно-середній час основних операцій:

$$t_{\text{шт.сп.}} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{\text{шт.сп.}}}{n} = \frac{2,3 + 2,8 + 2,3 + 8,5 + 1,4}{5} = 3,46 \text{ хв.};$$

$$N_{\min} = \frac{60 \times 4015 \times 0,7}{3,46} = 52218,21 \text{ шт.}$$

Так як $N_{\text{зад}} > N_{\min}$, то приймаємо потокову форму організації виробництва, для якої характерна: поштучна обробка деталей, передача деталі на наступну операцію відразу ж після закінчення попередньої операції, розташування обладнання по ходу технологічного процесу, організація виробництва на поточних лініях.

2.2 Розрахунок необхідної кількості обладнання

Необхідна кількість верстатів на кожну операцію:

$$C_p = \frac{t_{шт}}{t_b}; \quad (2.2)$$

де $t_{шт}$ - штучний час на кожну операцію;

t_b - такт випуску:

$$t_b = \frac{60 \times F_{эф}}{N_3} = \frac{60 \times 4015}{120000} = 2,01.$$

Округлимо прийняте число верстатів - $C_{пр}$.

Коефіцієнт завантаження верстатів:

$$\eta_3 = \frac{C_p}{C_{пр}}.$$

Визначимо середній коефіцієнт завантаження верстатів:

$$\eta_{з.ср.} = \frac{\sum C_p}{\sum C_{пр}} = \frac{1,14 + 1,39 + 1,14 + 4,23 + 0,7}{2 + 2 + 2 + 5 + 1} = 0,72.$$

2.3 Проектування верстатного відділення

Приймаємо предметну спеціалізацію ділянки, т. к. Вона характерна прийнятому вище масового типу виробництва. Предметної спеціалізації характерна обробка конкретної деталі на ділянці, званому лінією.

Перевагами предметної спеціалізації є:

- прямоточність;
- безперервність;
- ритмічність;
- мінімальні транспортні переміщення по ходу виготовлення деталі;
- зацікавленість бригад в отриманні кінцевого результату.

2.4 Вибір методу розташування обладнання та вибір способу орієнтації верстатів щодо поздовжнього проїзду

Основним принципом при складанні плану розташування обладнання є забезпечення прямоточності руху деталей в процесі обробки відповідно до технологічного процесу.

Приймаємо розташування обладнання по ходу технологічного процесу (технологічно замкнутий ділянку), характерний крупносерійному і масового типу виробництва. При цьому на ділянці (рисунок 2.1) обробляються деталі, подібні за технологічним і розмірними ознаками.

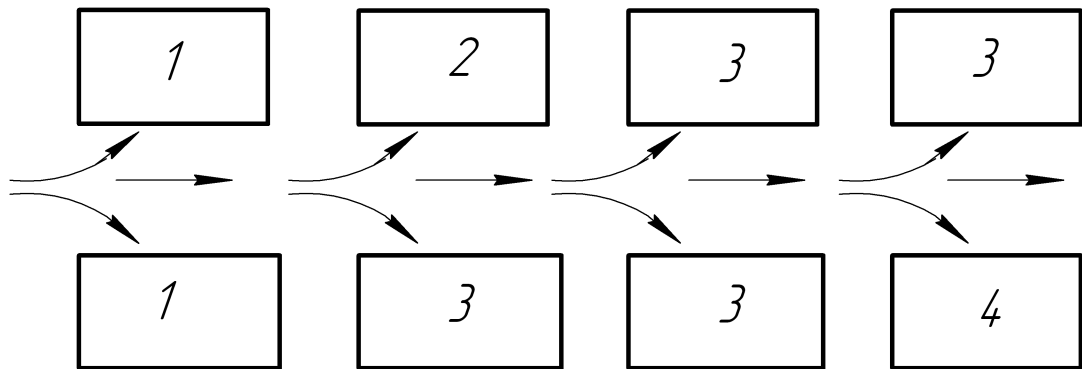


Рисунок 2.1 - Схема розташування верстатів по технологічному процесу

Приймемо поздовжнє розташування верстатів щодо поздовжнього проїзду. При цьому полегшується подача до верстата заготовок, інструменту, видалення відходів, підведення комунікацій. Великі верстати не повинні встановлюватися біля вікон. Це призводить до затемнення цеху.

2.5 Вибір відстаней між верстатами

Відстані між верстатами виберемо за нормами технологічного проектування [3, с.116].

Прийmemo відстань(на рисунку 2.2):

- від проїзду до тильної та бокової сторони верстата 500 мм;
- від проїзду до фронтального боку верстата 1000 мм;
- між верстатами при їх розташуванні «в потилицю» 1600 мм;
- між верстатами при їх розташуванні бічними сторонами один до одному 900 мм;
- від колон до бічної сторони верстата 900 мм.

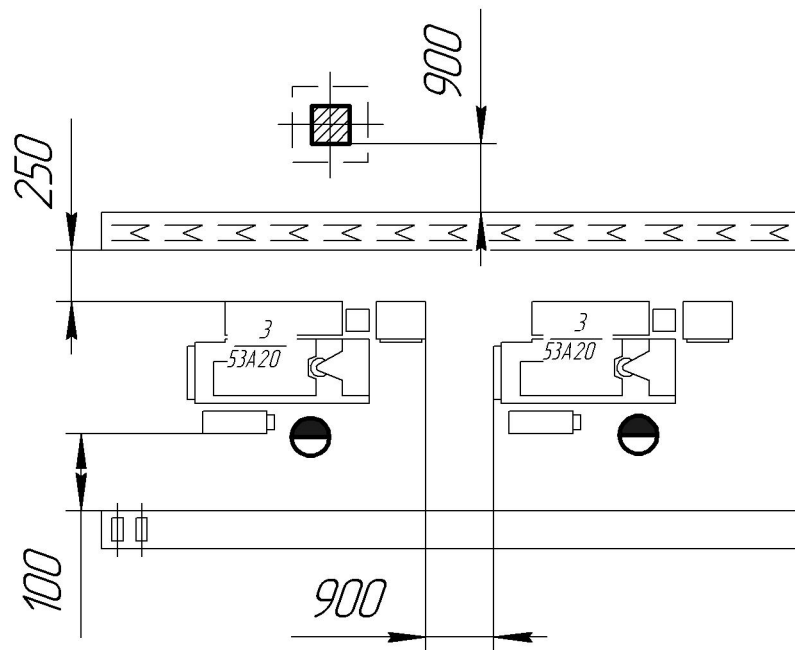


Рисунок 2.2 - Розташування обладнання щодо стін, проїзду і іншого верстата

2.6 Ширина поздовжнього проїзду та площа верстатного відділення

Ширина поздовжнього проїзду залежить від виду межопераційного транспорту і встановлюється нормами технологічного проектування. В середньому ширина проїзду становить 2-3 м. Приймаємо ширину поздовжнього проїзду - 3000 мм, а магістральних проїздів - 4000 мм.

Площа верстатного відділення механічного цеху визначимо укрупнено за формулою:

$$F_{c.o.} = C_{пробщ} \cdot f_{уд} \quad (2.4)$$

де $C_{пр\ заг}$ - загальна кількість прийнятих верстатів, $C_{пр\ заг} = 12$;

$f_{уд}$ - питома площа на один верстат, $f_{уд} = 25 \text{ м}^2$, [4, с. 21].

$$F_{c.o.} = 12 \cdot 25 = 300 \text{ м}^2.$$

2.7 Установка устаткування при монтажі

Установка устаткування при монтажі виробляється по монтажним планам, на яких вказана «прив'язка» обладнання до осей колон і правил.

Устаткування на ділянці встановлюють на загальну бетонну подушку, виготовлену з армованої залізними прутами сітки 25×25 см завтовшки 250 - 300 мм. Окремої фундаменту не потрібно так як на ділянці немає верстатів масою прівишающей 10 т.

Розміри фундаментів в плані визначають за розмірами основи обладнання. Відстань від бокової площини опор станини до кордону фундаменту повинно бути не менше 100 мм. Устаткування, яке встановлюється на окремі фундаменти, кріплять до фундаменту анкерними болтами. Решту обладнання доцільно встановлювати на виброізолюющие опори. що спрощує перестановку верстатів.

2.8 Вибір і обґрунтування транспортних засобів

Засобом межопераціонного транспорту приймемо роликівий конвеєр (рольганг) неприводний. Рольганг є універсальним і конструктивно простий тип конвеєра, призначений для транспортування деталей масою до 100 кг з плоскою опорною поверхнею, а також дрібних деталей в тарі. Висота секцій рольганга 400 ... 1000 мм, ширина 400 ... 450 мм. Для обслуговування робочих місць, з огляду на те, що певна кількість заготовок важить 2,3 кг,

застосуємо консольні крани вантажопідйомністю 0,25 ... 3 т, з вильотом стріли 6 м. Час кранової операції 1 хв.

2.9 Проектування системи збирання стружки

Незважаючи на те, що в даний час на машинобудівних заводах все ширше впроваджуються маловідходні технологічні процеси обробки, інтенсивність стружкообразования досить велика. Стружку необхідно прибирати з робочого місця і видаляти за межі виробничих ділянок. Залежно від кількості стружки і площі на якій вона утворюється, застосовують різні системи її збирання і транспортування.

Кількість стружки вироблене на ділянці визначимо за формулою:

$$q_c = \frac{(Q_z - Q_d)N}{F_E} \quad (2.5)$$

де: Q_z - маса заготовки, $Q_z = 2,3$ кг;

Q_d - маса деталі, $Q_d = 1,3$ кг;

N - річний випуск деталей; $N = 12500$ шт / рік;

F_E - ефективний фонд часу роботи обладнання,

$F_{E.M.} = 4015$ год.

$$q_c = \frac{(2,3 - 1,4)1200}{4015} = 107,6 \text{ кг/ч.}$$

Приймаємо автоматизовану систему збирання стружки А. Система А - автоматизована - застосовується при виході стружки більше 800 кг / год з площі понад 3000 м². Стружка віддаляється від верстатів і транспортується до відділення переробки за допомогою лінійних і магістральних конвеєрів.

Вид і групу стружки для ділянки визначаємо за довідковими даними [4, с. 23]. При обробці сталі - елементообразная (дрібна крихта, шматочки,

висікання) - I група стружки. Приймаємо конвеєр шнековий одновиткового [4, с. 24].

2.10 Проектування допоміжних відділень

Проектування допоміжних відділень ведеться укрупнено за нормами технологічного проектування.

Складське господарство складається з комплексу складів різного функціонального призначення. Склади, що забезпечують безперервне виробництво: склади матеріалів і заготовок, міжопераційний склади і склади готової продукції - найбільш великі. У серійному виробництві склад матеріалів і заготовок призначений для зберігання їх не значного запасу. Щоб не займати дорогу виробничу площа під склади, їх розміщують під спеціальними естакадами при механічних цехах.

При невеликому обсязі виробництва організують єдиний загальнозаводський склад матеріалів і заготовок спільно з розкрійно-заготівельним відділенням (цехом). У будь-якому випадку безпосередньо в цеху найдоцільніше розміщувати майданчики для зберігання мінімального запасу (2-3 дні) заготовок. Ці майданчики влаштовують в кожному прольоті на початку верстатного відділення.

Визначимо площу складу заготовок для одного прольоту за формулою:

$$F_3 = \frac{Q_3 \cdot t}{D \cdot q \cdot k}; \quad (2.6)$$

де Q_3 - річна потреба в заготовках:

$$Q_3 = \frac{N \cdot G_3}{1000} = \frac{1200 \cdot 10}{1000} = 12 \text{ т.}$$

t - число днів зберігання; $t = 2$ дня;

q - що допускається грузонапряженність статі, $q = 3 \text{ т/м}^2$;

D - число робочих днів у році, $D = 253$ дня;

k - коефіцієнт використання площі; $k = 0,4$.

$$F_3 = \frac{12 \cdot 2}{253 \cdot 3 \cdot 0,4} = 7,9 \text{ м}^2.$$

Склад розміщується на початку технологічної ділянки.

Визначаємо площу складу готової продукції за формулою:

$$F_{г.п.} = \frac{Q_d \cdot t}{D \cdot q \cdot k}; \quad (2.7)$$

де Q_d - маса деталей, що проходять через даний склад в

Протягом року:

$$Q_d = \frac{N \cdot G_d}{1000} = \frac{1200 \cdot 7,9}{1000} = 94 \text{ т.}$$

t - число днів зберігання, $t = 1$ день [4, с. 31];

q - що допускається грузонапряженність статі, $q = 2 \text{ т / м}^2$;

D - число робочих днів у році, $D = 253$ днів;

k - коефіцієнт використання площі, $k = 0,4$.

$$F_{г.п.} = \frac{94 \cdot 1}{253 \cdot 2 \cdot 0,4} = 4,68 \text{ м}^2.$$

Розміщується склад готової продукції в кінці цеху суміжно з контрольним відділенням. Захищаються всі перераховані склади металевими сітками.

2.11 Проектування ремонтної бази

Ремонтне відділення служить для проведення міжремонтного обслуговування устаткування, а також для нескладного поточного ремонту пристроїв та інструменту. Число верстатів для ремонту оснастки і інструменту становить 2 ... 4 одиниці. З огляду на кількість верстатів в цеху, приймаємо централізовану форму організації ремонту обладнання. При кількості верстатів до 200, приймаємо 3 обслуговуючих верстата, в ремонтному відділенні.

Визначаємо площу ремонтного відділення:

$$F_p = C_{п.м.} \cdot f_{уд} \quad (2.8)$$

де C_p - число верстатів для ремонту оснастки і інструменту,

$C_p = 3$ верстата;

$f_{уд}$ - питома площа на один верстат, $f_{уд} = 30 \text{ м}^2$;

$$F_p = 3 \cdot 30 = 90 \text{ м}^2.$$

Володіємо майстерню для ремонту оснастки і інструменту суміжно з інструментально-роздавальної комори (ІРК). Огороджується майстерня перегородками з металевої сітки.

2.12 Проектування загострювального та контрольного відділення

Загострювальне відділення призначене для централізованого заточення ріжучих інструментів.

Кількість заточувальних верстатів визначається за нормами СЗО дорівнює 4% від загальної кількості верстатів в цеху [4, с. 25]. Площа відділення визначимо за формулою:

$$F_{з.о.} = C_{з.о.} \cdot 4\% \cdot f_{уд} \quad (2.9)$$

де $Z_{п.общ}$ - загальне число верстатів в цеху,

$f_{уд}$ - питома площа на один верстат, $f_{уд} = 10 \text{ м}^2$;

$$F_{з.о.} = 200 \cdot 0,04 \cdot 10 = 80 \text{ м}^2.$$

Загострювальне відділення розташовується поруч з ІРК і захищається скляними перегородками.

Контрольне відділення призначене для організації приймального контролю готових деталей. У цеху приймаємо вибіркового контроль. Вибірковий контроль дозволяє зменшити число контролерів і дає хороший результат при наявності стабільного технологічного процесу. Вибірковий контроль вимагає значного обсягу випуску для формування коректних вибірок або проб. Вибірковий контроль, як правило, застосовують при операційному контролі.

Визначимо потрібну кількість контролерів R_K :

$$R_K = \frac{R_{ст}}{H_0 \cdot K_{сл}}; \quad (2.10)$$

де $A_{ле}$ — норма обслуговування, яка припадає на одного контролера, $A_{ле} = 18\%$ [4, с. 27];

$K_{сл}$ - коефіцієнт складності, $K_{сл} = 0,9$ (при контролі складних деталей);

$R_{ст}$ - число верстатників, що обслуговуються контрольним відділенням.

Кількість верстатників $R_{ст}$ в цеху, укрупнено визначаємо за кількістю верстатів:

$$R_{ст} = \frac{C_{п.общ} \cdot F_E \cdot K_{з.ср}}{F_{э.р} \cdot K_M}; \quad (2.11)$$

де $C_{п.общ}$ - загальне число верстатів в цеху, $C_{п.общ} = 200$ верстатів;

F_E - ефективний річний фонд часу обладнання,

$F_E = 4015$ год;

$K_{з.ср}$ - середній коефіцієнт завантаження устаткування,

$K_{з.ср} = 0,85$ [4, с. 27];

$F_{э.р}$ - ефективний річний фонд часу робочого,

$F_{э.р} = 1840$ год [4, с. 27];

K_M - середній коефіцієнт багатOVERстатного

обслуговування, $K_M = 1,2$ [4, с. 27].

$$R_{ст} = \frac{200 \cdot 4015 \cdot 0,85}{1840 \cdot 1,2} = 309 \text{ чел.}$$

$$R_K = \frac{309}{18 \cdot 0,9} = 19 \text{ чел.}$$

Приймаємо кількість контролерів в цеху $R_K = 19$ чол.

Визначимо площу контрольного відділення за формулою:

$$F_K = 1,5 \cdot R_K \cdot f_{уд}; \quad (2.12)$$

де R_K - число контролерів, $R_K = 19$ чел.;

$f_{уд}$ - питома площа, яка припадає на одного контролера, $f_{уд} = 5$ м²;

$$F_K = 1,5 \cdot 19 \cdot 5 = 142,5 \text{ м}^2.$$

Розміщуємо контрольне відділення в кінці цеху; відділення захищається скляними перегородками. Контрольні пункти маємо в кінці ділянки. Розміри майданчиків для контрольних пунктів - 2×2 м.

2.13 Проектування відділення МОР

Відділення для приготування і роздачі мастильно-охолоджуючих рідин проектують для невеликих цехів серійного виробництва. Укрупнене площа відділення МОР визначимо в залежності від кількості виробничого обладнання: 50 м².

Площа складу масел для змащення обладнання приймаємо 15 м². Відділення МОР є пожежонебезпечним, тому його виправдовують вогнетривкими перегородками (цегла, бетон) і розміщують у зовнішньої стіни будівлі з окремим виходом назовні.

2.14 Проектування інструментально-роздавальної комори

Інструментально-роздавальна комора (ІРК) служить для зберігання всіх видів інструменту і оснастки, а так само видачі їх на робочі місця.

Для невеликих і середніх цехів (до 200 верстатів) влаштовується комплексна ІРК для всіх видів інструментів. Розрахунок площі комплексної ІРК проводиться за нормами [4, с. 25].

$$F_{ИРК} = C_{общ} \cdot N_{И} \cdot N_{О}; \quad (2.13)$$

де $C_{общ}$ - загальне число верстатів в цеху, $C_{общ} = 200$;

$N_{И}$ - норма площі комори інструментів на один верстат, $N_{И} = 0,23$;

$N_{О}$ - норма площі комори оснастки на один верстат, $N_{О} = 0,5$.

$$F_{\text{ИРК}} = 200 \cdot 0,23 \cdot 0,5 = 23 \text{ м}^2.$$

Розміщується ІРК осторонь від основних вантажопотоків, але не далі 70 м від найбільш віддаленого робочого місця; огорожується металевою сіткою.

2.15 Вибір і обґрунтування характеристик виробничої будівлі

Вартість виробничих будівель становить значну частину (приблизно 40 %) вартості основних фондів машинобудівного підприємства.

Факторами, що визначають основні тенденції при проектуванні сучасних промислових будівель, є: скорочення часу на проектування, поліпшення побутових умов працюючих.

В значній мірі перерахованих факторів відповідають виробничі будівлі, що мають розміри і параметри, встановлені на підставі єдиної модульної системи (ЕМС). Базою єдиної модульної системи (ЕМС) є основний будівельний модуль (М), який дорівнює 100 мм. Основний модуль (М) служить для отримання похідних модулів - укрупнених і дрібних.

Згідно ЕМС розміри ширини прольотів і кроків приймаються кратними укрупненим модулів 60М (6 м) і 30М (3 м). Висота поверхів виробничих приміщень приймається кратною укрупненим модулів 12М (1,2 м) і 6М (0,6 м), Будівель адміністративно-побутового призначення кратної модулю 3М (0,3 м).

2.16 Тип та габарити будівлі

Для розміщення механоскладального виробництва застосовуються одноповерхові і багатоповерхові будівлі. Одноповерхові будівлі мають ряд переваг перед багатоповерховими будинками і складають в загальному обсязі промислового будівництва приблизно 85 %, причому кранові – 20-25 %, а

безкранових - 60 ... 65%. Багатоповерхові будівлі застосовуються в легкому машинобудуванні при обмеженій площі будівельної ділянки. Одноповерхові будівлі можуть мати повний або неповний каркас. У будівель з повним каркасом вертикальними несучими елементами є колони; зовнішні стіни виконують функції огорожувальних елементів.

При масовому типі виробництва застосовують, головним чином, схему з повним каркасом, яка дозволяє використовувати уніфіковані будівельні конструкції і відповідає всім вимогам ЕМС.

Реалізуючи принцип блокування, в одному виробничому приміщенні зазвичай розміщують кілька цехів з однорідними технологічними процесами. Габарити будівлі за рекомендаціями формуємо з уніфікованих типових секцій (УТС). Одна УТС має розміри 72x72 м і площа 1 584 м². Якщо буде потрібно будівля з більшою площею, то до УТС додамо ще одну секцію 72x72 м в напрямку ширини будівлі.

2.17 Сітка колон

Сітка колон характеризує співвідношення кроку колон і ширини прольоту (А х В). Відстані А і В вимірюються між осями колон.

Для виробничих будівель механічних і складальних цехів рекомендується застосовувати уніфіковані сітки колон з розмірами: 12×18 м, 12×24 м; 12×30 м; 12×36 м.

Сітка колон 12×18 має основною сіткою кращого застосування. По периметру будівлі (під стінами) уніфікований крок А, рівний 12 м. Слід зменшити до 6 м.

2.18 Висота прольоту

Висота прольоту (рисунок 2.2) визначається як відстань від рівня підлоги будівлі до нижньої затяжки несучої ферми (для безкранових будівель) або відстань від рівня підлоги до головки підкранової рейки (для кранових будівель).

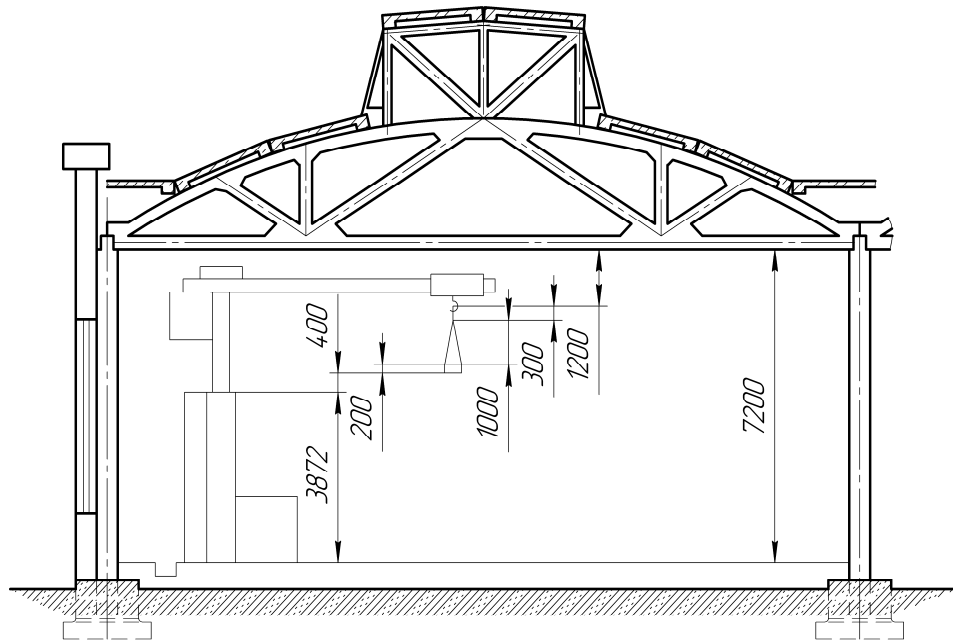


Рисунок 2.2 - Схема визначення висоти кранового прогону, оснащеного краном консольним поворотним з електроталью

Попередньо висоту прольоту розрахуємо, виходячи з типу підйомно-транспортного устаткування (кран консольний поворотний з електроталь), габариту оброблюваних деталей і висоти технологічного обладнання. На малюнку 5 представлена схема визначення висоти кранового прогону H .

$$H = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6$$

де H - висота прольоту;

A_1 - висота обладнання по паспорту, $A_1 = 3872$ мм;

A_2 - страховий зазор в межах 400 мм;

A_3 - габарит деталі (вантаж), $A_3 \approx 200$ мм;

A_4 - висота строп, $A_4 \approx 1000$ мм;

A_5 - резерв при верхньому положенні гака, $A_5 = 300$ мм;

A_6 - визначається за паспортом крана або по

ГОСТ 7890-67, але не менше 1,2 м.

$$H = 3872 + 400 + 200 + 1000 + 300 + 1200 = 6972 \text{ мм.}$$

Остаточно приймаємо уніфіковане значення висоти прольоту секції, найближчим до розрахункового значення $H = 7,2$ м.

2.19 Визначення необхідної кількості обладнання в умовах дрібносерійного виробництва

Знаючи масу деталі і тип виробництва, визначимо програму випуску

$$N = 12500 \text{ шт/рік.}$$

Визначимо програму запуску:

$$N_3 = 1,15 \cdot N = 1,15 \cdot 12500 = 1380 \text{ шт/рік.}$$

Місячна програма запуску:

$$N_{з.м.} = \frac{N_3}{12} = \frac{1380}{12} = 115 \text{ шт/міс.}$$

Середня трудомісткість операцій:

$$t_{к.ср} = \frac{\sum t_{ki}}{n}; \quad (2.14)$$

де - сума всіх штучних часів на всіх операціях, $\sum t_{ki}$

$$\sum t_{ki} = 17,3 \text{ хв.}$$

n - кількість операцій, $n = 5$.

$$t_{к.ср} = \frac{17,3}{5} = 3,46 \text{ хв.}$$

Середнє завантаження одного робочого місяця:

$$T_{ср.м} = N_{з.м.} \cdot t_{к.ср.} = 115 \cdot 3,46 = 397,9 \text{ хв.}$$

Визначимо питому трудомісткість місячної програми запуску:

$$T_{N\%} = \frac{100 \cdot T_{\text{ср.м.}}}{60 \cdot F_{\text{э.м.}}}; \quad (2.15)$$

де $F_{\text{э.м.}}$ - ефективний фонд часу обладнання при числі змін в місяць $j = 45$, $F_{\text{э.м.}} = 300$ г.

$$T_{N\%} = \frac{100 \cdot 397,9}{60 \cdot 300} = 2,21 \%$$

Тривалість випуску деталей за місяць:

$$\Phi = j \cdot T_{N\%} = \frac{45 \cdot 2,21}{100} = 0,99 \text{ зміни.}$$

Приймаємо $\Phi = 1$ зміни.

Місячний ефективний фонд часу обладнання, відповідає тривалості випуску деталі:

$$f_{\text{э.м.}} = \frac{F_{\text{э.м.}} \cdot \Phi}{j} = \frac{300 \cdot 1}{45} = 6,67 \text{ г.}$$

Розрахункова кількість верстатів кожної моделі:

$$C_{\text{pi}} = \frac{N_{\text{э.м.}} \cdot \sum t_{\text{ki}}}{60 \cdot f_{\text{э.м.}}}; \quad (2.16)$$

де - сумарне штучно-калькуляційний час $\sum t_{\text{ki}}$

використання верстата даної моделі з технологічного процесу, хв.

Розрахункова кількість верстатів моделі МР-73М (операція 010):

$$C_{\text{p1}} = \frac{115 \cdot 2,3}{60 \cdot 6,67} = 0,66.$$

Приймаємо $C_{\text{p1}} = 1$.

Коефіцієнт завантаження:

$$K_3 = \frac{C_{\text{pi}}}{C_{\text{pi}}} = \frac{0,66}{1} = 0,66.$$

Розрахункова кількість верстатів моделі МР-73М (операція 010):

$$C_{\text{p2}} = \frac{115 \cdot 2,8}{60 \cdot 6,67} = 0,80.$$

Приймаємо $C_{\text{p1}} = 1$.

Коефіцієнт завантаження:

$$K_3 = \frac{0,80}{1} = 0,80.$$

Розрахункова кількість верстатів моделі 1722(операція 015):

$$C_{p3} = \frac{115 \cdot 2,3}{60 \cdot 6,67} = 0,66.$$

Приймаємо $C_{p1} = 1$.

Коефіцієнт завантаження:

$$K_3 = \frac{0,66}{1} = 0,66.$$

Розрахункова кількість верстатів моделі 1722Г (операція 020):

$$C_{p4} = \frac{115 \cdot 8,5}{60 \cdot 6,67} = 2,44.$$

Приймаємо $C_{p1} = 3$.

Коефіцієнт завантаження:

$$K_3 = \frac{2,44}{3} = 0,81.$$

Розрахункова кількість верстатів моделі 16К20Т1 (операція 025):

$$C_{p5} = \frac{115 \cdot 1,4}{60 \cdot 6,67} = 0,40.$$

Приймаємо $C_{p1} = 1$.

Коефіцієнт завантаження:

$$K_3 = \frac{0,40}{1} = 0,40.$$

Так як K_3 не перевищує нормативних значень $K_{3.н.}$ [1, с. 65], то прийняте кількість C_n залишаємо без змін.

Визначимо середній коефіцієнт завантаження верстатів:

$$K_{3.ср.} = \frac{\sum C_p}{\sum C_{пр}} = \frac{0,66 + 0,80 + 0,66 + 0,81 + 0,40}{1 + 1 + 1 + 3 + 1} = 0,47.$$

3. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Постановка завдання.

Визначити порівняльну економічну ефективність двох варіантів обробки деталі.

Застосування верстатів з ЧПУ в новому технологічному процесі дозволяє застосувати багатостатне обслуговування, використовувати менш кваліфікованих робітників, концентрувати операції на одному верстаті, зменшити час на переналагодження верстата. Ці чинники дають результати, що задовольняють технічним умовам виготовлення деталі і терміном її випуску.

3.2 Особливості техніко-економічних розрахунків при впровадженні верстатів з ЧПУ.

Особливістю техніко-економічних розрахунків для верстатів з ЧПУ є необхідністю врахування значної кількості додаткових чинників, які не враховувалися при застосуванні універсальних верстатів, оскільки їх вплив на остаточний результат було в межах точності розрахунку. Це пояснюється тим, що застосування верстатів з ЧПУ замість універсальних дозволяє різко впливати на структуру і тривалість всього циклу виготовлення деталей, а іноді і виробу в цілому.

Розглянемо фактори, які необхідно враховувати при застосуванні верстатів з ЧПУ замість універсальних:

При організації випуску нового виробу багато часу витрачається на технологічну підготовку виробництва, при цьому найбільш трудомісткою і капіталомісткою частиною є проектування і виготовлення спеціального оснащення. Для обробки тих же деталей на верстатах з ЧПУ не потрібно

виготовлення подібної оснастки, а керуючі програми готуються відповідними фахівцями за допомогою ЕОМ.

При заміні універсальних верстатів верстатами з ЧПУ змінюються умови роботи не тільки в механічних цехах, але і в цехах заготівельного та інструментального виробництва. Пред'являються підвищені вимоги до заготовок, різального інструменту, що збільшує трудомісткість і вартість їх виготовлення. У свою чергу при обробці деталей на верстатах з ЧПУ зростає стабільність якості обробки, що призводить до зменшення трудомісткості і вартості складальних операцій. Тому в техніко-економічних розрахунках необхідно підсумувати змінюються складові по всіх операціях технологічного циклу обробки деталей. Економічний ефект в цьому випадку підраховується як різниця сумарно наведених витрат при обробці по порівнюваним варіантів.

Застосування верстатів з ЧПУ замість універсальних верстатів істотно знижує трудомісткість механічної обробки в основних цехах. Підвищення продуктивності обробки деталей на верстатах з ЧПУ в порівнянні з універсальними верстатами обумовлюється наступними факторами:

1. Зменшення основного технологічного часу за рахунок поліпшення деяких властивостей обладнання з ЧПУ таких, як жорсткість, точність, вібростійкість і ін.

2. Зменшення допоміжного часу за рахунок автоматизації отримання розмірів, зміни інструменту та ін., а також концентрації операцій на одній позиції, що призводить до скорочення циклу обробки деталі в цілому.

3. При обробці деталей на верстатах з ЧПУ можливо багатостанковий обслуговування, що знижує собівартість обробки деталей за рахунок скорочення витрат на заробітну плату. Підвищення продуктивності і можливість багатостанкового обслуговування призводить до зменшення потреби у кваліфікованих робітниках і, як наслідок, до поліпшення використання парку металорізальних верстатів. Коефіцієнт використання верстатів з ЧПУ вище, ніж універсальних (поліпшується структура

застосування верстатів за часом зміни). Економічний ефект від підвищення продуктивності, поліпшення використання верстатів з ЧПУ і скорочення витрат на зарплату підраховується також як і для універсальних верстатів, напівавтоматів і автоматів.

4. При обробці на верстатах з ЧПУ знижується шлюб, так як на якість деталі не відбивається рівень кваліфікації робітника і його помилки, пов'язані з неухважністю або стомлюваністю, а також тому, що ряд систем з ЧПУ, оснащених датчиками зворотного зв'язку, автоматично зупиняють обробку при порушенні технологічного процесу.

5. Зростання продуктивності і концентрації операцій в результаті заміни верстатами з ЧПУ універсальних веде до скорочення часу циклу виготовлення деталі і до зменшення витрат на незавершене виробництво. Економічний ефект від скорочення часу циклу виготовлення деталі буде пропорційний різниці величин витрат на незавершене виробництво в порівнюваних технологічних варіантах.

6. При виконанні технологічних операцій на верстатах з ЧПУ стає можливим покласти на ЕОМ оперативне планування виробничого процесу. У зв'язку з оптимальним диспетчеризація виробництва зменшується час, що витрачається непродуктивно.

7. На базі верстатів з ЧПУ можливе створення більш прогресивних систем управління, так званих адаптивних систем, а також управління виробничим процесом на ділянці таких верстатів за допомогою ЕОМ, що може дати додатковий економічний ефект.

3.3 Розрахунок трудомісткості продукції

Величина трудомісткості деталі може бути визначена T_p за формулою:

$$T_p = \sum_{i=1}^k \frac{t_{\text{шк}}}{K_{\text{бі}}} Q_{\text{г.з.}} \beta \text{ (чол. год)/рік [16, с.234]}$$

де K - число операцій,

$t_{шти}$ - норма штучно - калькуляційного часу на виконання

i -ої операції, хв./дит.,

$Q_{г.з.}$ - річна кількість продукції даного типорозміру,

запускається у виробництво, $Q_{г.з.} = 12500$ шт/рік;

$K_{ві}$ - коефіцієнт виконання норм часу на i - ую

операцію, $K_{ві} = 1$; [16, с. 234]

K - коефіцієнт, що враховує бригадну роботу, $K = 1$ [16, с.234]

Результати розрахунку наведені в таблиці.

Зниження трудомісткості деталі:

$$T_p = T_{p1} - T_{p2} = 166.5 - 78.5 = 88 \text{ (чол.год)/рік.}$$

3.4 Розрахунок потреби в виробничих площах.

Площа, потрібна для виконання окремої операції визначається за формулою:

$$S_{oi} = S_i K_{Fi} O_i, \text{ М2 [16, с. 245]}$$

де S_i - виробнича площа, яку займає одиницею

обладнання, м²;

K_{Fi} - коефіцієнт, що враховує додаткову площу,

що припадає на обладнання; [16, с. 245]

O_i - прийняте кількість устаткування на i -ої операції, од.

Результати розрахунків наведені в таблиці. 3.1.

Таблиця 3.1 – Потреба в виробничих площах

Базовий ТП				Пропонований ТП			
№	Найменування	$S_{oi}, \text{ м}^2$	K_{Fi}		Найменування	$S_{oi}, \text{ м}^2$	K_{Fi}
1	Фрезерно-центрувальна	11,88	2		Комбінована з ЧПУ	9.21	2
2	Токарно-гідрокопіювальна	25	2		Комбінована з ЧПУ	9.21	2
3	Токарна з ЧПУ	25	2		Комбінована з ЧПУ	9.21	2
4	Фрезерувальна з ЧПУ	8,32	2				
5	Круглошліфувальна	1.6	2				
6	Токарно-гідрокопіювальна	11.88	2				
7	Фрезерно-центрувальна	18.37	2				
8	Токарна з ЧПУ	1.76	2				
	Сума	103,81		□		27,63	

3.5 Розрахунок енергоємності продукції

Витрата силової електроенергії на виконання i - ої операції розраховують за формулою:

де N_y - сумарна встановлена потужність електродвигуна обладнання, кВт;

K_{vpi} - коефіцієнт завантаження за часом двигунів, $K_{vpi} = 0.5$;

K_{Ni} - коефіцієнт завантаження по потужності двигунів обладнання, зайнятого при виконанні i - ої операції, $K_{Ni} = 0,6$ [16, с. 247];

K_{odi} - коефіцієнт одночасності роботи двигунів обладнання, зайнятого при виконанні i -ої операції,

$$K_{odi} = 1; [16, \text{ с. } 247]$$

K_w - коефіцієнт, що враховує втрати електроенергії в мережі,

$$K_w = 1.05; [16, \text{ с. } 248]$$

t_i - норма часу на виконання i - ої операції, час;

K_m - середній коефіцієнт корисної дії

електродвигунів обладнання, $K_m = 0.9$; [16, с. 251]

$$K_{vi} = 1$$

Результати розрахунків наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Енергоємність продукції

Базовий ТП			Пропонований ТП		
№	Найменування	E_i , кВтгод/рік		Найменування	E_i , кВт · год / рік
1	Фрезерно-центрувальна	22.4		Комбінована ЧПУ 3	300.7
2	Токарно-гідрокопіювальна	281,75		Комбінована ЧПУ 3	240
3	Токарна з ЧПУ	73.5		Комбінована ЧПУ 3	30.1
4	Фрезерувальна з ЧПУ	27.9			
5	Круглошліфувальна	17.22			
6	Токарно-гідрокопіювальна	32.28			
7	Фрезерно-центрувальна	135			
8	Токарна з ЧПУ	3.5			
	Сума	593,55			570.8

Зниження витрати силової електроенергії:

$$E = E_1 - E_2 = 593,55 - 570,8 = 22,75 \text{ кВтгод/рік}$$

3.6 Розрахунок елементів капітальних вкладень за варіантами в підприємство-виробник

Прямі капітальні вкладення $K_{пр}$ в першому наближенні можуть визначатися за формулою:

$$K_{пр} = D_o + K_{зд} + K_{уп} + K_m, \text{ грн. [16, с. 253]}$$

де K_o - капіталовкладення в одиницю технологічного обладнання, зайнятого на i -ої операції, грн.

Балансова вартість;

$K_{зд}$ - капіталовкладення в будівлі, грн;

$K_{уп}$ - капіталовкладення в підготовку керуючих програм для верстатів з ЧПУ, грн;

K_m - капіталовкладення в запаси матеріалів, грн.

3.7 Розрахунок капіталовкладень в устаткування.

Розрахуємо капіталовкладення в обладнання за формулою:

$$K_o = \sum_{i=1}^k K_{от_i} O_i M_{oi}, \text{ грн [16, с. 255]}$$

де $K_{от_i}$ - капіталовкладення в одиницю обладнання, зайнятого на i -ої операції, грн. (балансова вартість);

O_i - прийняте кількість устаткування на i -ої операції, од .;

M_{oi} - коефіцієнт зайнятості технологічного обладнання при виконанні i -ої операції (в даному випадку обладнання є спеціальним, тобто крім даної продукції воно нічим не завантажується), $M_{oi} = 1$;

Для базового технологічного процесу:

$$K_1 = 950000 \times 1 \times 1 + 2800000 \times 1 \times 1 + 2800000 \times 1 \times 1 + 1750000 \times 1 \times 1 + 1600000 \times 1 \times 1 + 950000 \times 1 \times 1 + 1500000 \times 1 \times 1 + 320000 + 1500000 \times 1 \times 1 = 14170000 \text{ грн.}$$

Для пропонованого технологічного процесу:

$$K_2 = 6050000 \times 1 \times 1 + 6050000 \times 1 \times 1 + 1700000 = 9000000 \text{ грн.}$$

3.8 Розрахунок капіталовкладень в будівлі

Розрахуємо капіталовкладень в будівлі за формулою:

$$K_{зд} = \sum_{i=1}^k S_{oi} M_s h_i \Pi_{зд}, \text{ грн [16, с. 257]},$$

де h_i - висота приміщення цеху, в якому виконується операція,

$$h_i = 7\text{м}; [16, \text{с. 257}]$$

S_{oi} - площа, потрібна для виконання окремої операції, м^2 ;

$M_s = M_{oi}$ - коефіцієнт зайнятості технологічного обладнання i - ої операції;

$\Pi_{зд}$ - вартість 1м^2 виробничої будівлі, $\Pi_{зд} = 2000$ грн .;

Результати розрахунків наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Капіталовкладення в будівлі

Базовий ТП			Пропонований ТП		
№	Найменування	КЗД, грн.		Найменування	КЗД, грн.
1	Фрезерно-центрувальна	83160		Комбінована з ЧПУ	64484
2	Токарно-гідрокопіювальна	176295		Комбінована з ЧПУ	64484
3	Токарна з ЧПУ	176295		Комбінована з ЧПУ	64484
4	Фрезерувальна з ЧПУ	58240			
5	Круглошліфувальна	11200			
6	Токарно-гідрокопіювальна	83160			
7	Фрезерно-центрувальна	128587			
8	Токарна з ЧПУ	12320			
	Сума	729257			193452

Економія капіталовкладень в будівлі:

$$K_{зД} = K_{зд1} - K_{зд2} = 729257 - 193452 = 535805 \text{ грн.}$$

3.9 Розрахунок капіталовкладень в запаси матеріалів

Розрахуємо капіталовкладення в запаси матеріалів за формулою:

$$K_M = \sum_{c=1}^w M_{з.с.} \cdot C_{м.с} \cdot K_{т.з.с.}, \text{ грн. [16, с. 263]}$$

де w - число видів матеріалів, необхідних для виробництва продукції;

$M_{з.с.}$ - середня кількість матеріалів, що знаходиться в запасі, т.;

$\Pi_{м.с.}$ - оптова ціна матеріалів, грн/т;

$K_{т.з.с.}$ - коефіцієнт, що враховує транспортно-заготівельні витрати.

Середня кількість матеріалів, що перебуває в запасі розраховується за формулою:

$$M_{з.с.} = \frac{G_c (D_{з.м.с.} + D_{з.с.с.})}{360}, \text{ т. [16, с. 263]}$$

де G_c - витрата матеріалу, кг / рік;

$D_{т.з.с.}$ - норма поточного запасу матеріалу, дні;

$D_{т.з.с.} = 25$ днів; [16, с. 263]

$D_{з.с.с.}$ - норма страхового запасу матеріалу, дні;

360 - число днів в році;

Витрата матеріалу розраховується за формулою:

$$G_c = \sum_{j=1}^z g_{jc} Q_{г.з.j}, \text{ кг/рік [16, с. 265]}$$

де z - число типорозмірів продукції;

g_{jc} - витрата матеріалів на одиницю продукції

j - го типорозміру, кг;

$Q_{г.з.j}$ - річна кількість одиниць продукції j -го типорозміру, запускається у виробництво;

Для базового технологічного процесу:

$$g_{jc} = 0.97 \text{ кг}, \Pi_{м.с.} = 18 \text{ грн./кг}, K_{т.з.с.} = 1.1$$

$$G_c = 0.97 \times 300 = 291 \text{ кг/рік}$$

$$M_{з.с.} = 291 \times (25 + 5) / 360 = 24.25 \text{ кг}$$

$$K_M = 24.25 \times 18 \times 1.1 = 480 \text{ грн.}$$

Для пропонованого технологічного процесу:

$$g_{jc} = 0.75 \text{ кг}, \Pi_{м.с.} = 18 \text{ грн./кг}, K_{т.з.с.} = 1.1$$

$$G_c = 0.75 \times 300 = 225 \text{ кг/рік}$$

$$M_{з.с.} = 225 \times (25 + 5) / 360 = 18.75 \text{ кг}$$

$$K_M = 18.75 \times 18 \times 1.1 = 371 \text{ грн.}$$

Економія капіталовкладень в запаси матеріалів:

$$K_M = K_{M1} - K_{M2} = 480 - 371 = 109 \text{ грн.}$$

3.10 Розрахунок сумарних капіталовкладень за варіантами.

Сумарні капіталовкладення розраховуються за формулою:

$$K_{\text{пр}} = K_o + K_{\text{зд}} + K_m, \text{ грн. [16, с. 267]}$$

Для базового технологічного процесу:

$$K_{\text{пр}} = 12170000 + 857844 + 480 = 13028324 \text{ грн.}$$

Для нового технологічного процесу:

$$K_{\text{пр}} = 34600000 + 214648 + 371 = 344815019 \text{ грн.}$$

Потреба в додаткових капіталовкладеннях:

$$K_{\text{пр}} = 344815019 - 13028324 = 21786695 \text{ грн.}$$

Таким чином, новий технологічний процес виготовлення деталі вимагає додаткові капіталовкладення.

3.11 Розрахунок елементів повної собівартості деталі та розрахунок витрат на матеріали

Таким елементом, що розрізняються за варіантами, є цехова собівартість деталі, яка визначається за формулою:

$$C_u = C_m + C_t, \text{ грн/дет. [16, с. 269]}$$

де C_m - витрати на матеріали (заготовки), грн .;

C_t - технологічна собівартість деталі, грн.

Розрахуємо витрати на матеріали за формулою:

$$C_m = \sum_{i=1}^w (g_{н.с.} \cdot \Pi_{м.с.} \cdot K_{т.з.с.} \cdot g_{о.с.} \cdot \Pi_{о.с.}), \text{ грн./дет. [16, с. 270]}$$

де w - число видів матеріалів, які застосовуються при виготовленні деталі, $w = 1$;

$g_{н.с.}$ - норма витрати матеріалу з - го виду, кг/дет.

(Маса заготовки);

$C_{m.c.}$ - оптова ціна на матеріал 3 - го виду, грн/кг;

$K_{т.з.с.}$ - коефіцієнт, що враховує транспортно-заготівельні витрати, $K_{т.з.с.} = 1.1$; [16, с. 270]

$g_{o.c.}$ - кількість використуваних відходів матеріалу 3 - го виду при виготовленні деталі, кг/дет .;

$C_{o.c.}$ - ціна відходів матеріалу 3 - го виду, грн/кг

$$C_{o.c.} = 30\% C_{m.c.} \text{ [16, с. 270]}$$

Для базового технологічного процесу:

Матеріал заготовки: Сплав алюмінієвий АЛ-5;

$$g_{н.с.} = 0.97 \text{ кг};$$

$$C_{m.c.} = 8 \text{ грн/кг};$$

$$g_{o.c.} = 0,26 \text{ кг};$$

$$C_{o.c.} = 2.4 \text{ грн/кг};$$

$$C_m = 0.97 \times 8 \times 1,1 - 0.26 \times 2 = 8.01 \text{ грн/дет.}$$

Для нового технологічного процесу:

$$g_{н.с.} = 0.97 \text{ кг};$$

$$C_{m.c.} = 8 \text{ грн/кг};$$

$$g_{o.c.} = 0,26 \text{ кг};$$

$$C_{o.c.} = 2.4 \text{ грн/кг};$$

$$C_m = 0.97 \times 8 \times 1,1 - 0.26 \times 2 = 8.01 \text{ грн/дет.}$$

3.12 Розрахунок технологічної собівартості деталі

Технологічна собівартість деталі визначається шляхом підсумовування технологічної собівартості на кожній операції:

$$C_m = \sum_{i=1}^k C_{m_i}, \text{ грн/дет. [16, с. 273]}$$

де D_o - число операцій виготовлення деталі;

C_{TI} - технологічна собівартість виконання i -ої

операції, яка розраховується за формулою:

$$C_{m_i} = C_{z_i} + C_{o_i} + C_{\kappa_i} + C_{\text{пр}_i}, \text{ грн/дет. [16, с. 273]}$$

де C_{z_i} - заробітна плата основних робітників, що припадає на деталь, при виконанні i - ої операції;

C_{o_i} - витрати на експлуатацію обладнання на деталь при виконанні i - ої операції;

C_{κ_i} - витрати на використання виробничої будівлі, припадають на деталь при виконанні i - ої операції;

$C_{\text{пр}_i}$ - інші цехові витрати, що припадають на виконання i - ої операції.

Заробітна плата основних робітників розраховується за формулою:

$$C_{z_i} = C_{z.c.c.i} \alpha_i K_{\partial_i} K_{c_i} t_i \beta_i, \text{ грн/дет. [16, с. 275]}$$

де $C_{z.c.c.i}$ - середня годинна заробітна плата основних робітників

за тарифом, зайнятих при виконанні i - ої операції,

$$C_{z.c.c.i} = 5.68 \text{ грн/год; [16, с. 275]}$$

K_i - коефіцієнт, що враховує приробинок робочих на i - ой операції, $K_i = 1.6$; [16, с. 276]

K_{∂_i} - коефіцієнт, що враховує додаткову заробітну плату, $K_{\partial_i} = 1.4$; [16, с. 276]

K_{c_i} - коефіцієнт, що враховує відрахування до фонду соціального страхування, $K_{c_i} = 1.41$; [16, с. 276]

t_i - норма часу на виконання i - ої операції.

Для операторів верстатів з ЧПУ, заробітна плата основних робітників розраховується за формулою:

$$C_{z_i} = (C_{z.c.c.i} F_{\text{эф}} K_{\partial_i} K_{c_i} P_{o_i}) Q_{г.з.}, \text{ грн/дет. [16, с. 277]}$$

де P_{o_i} - розрахункове число операторів, які виконуються i - у операцію;

$F_{\text{эф}}$ - ефективний фонд часу роботи одного робітника,

$$F_{\text{эф}} = 1777.74 \text{ год / рік;}$$

$Q_{г.з.}$ - річна кількість продукції даного типорозміру,

запускається у виробництво, $Q_{г.з.} = 300$ шт/рік;

Результати розрахунків наведені в таблиці 3.4

Таблиця 3.4 – Розрахунок заробітної плати

Базовий ТП			Пропонований ТП	
№	Найменування	$C_{зі}$, грн/дет	Найменування	$C_{зі}$, грн / дет
1	Фрезерно-центрувальна	0.48	Комбінована з ЧПУ	2.23
2	Токарно-гідрокопіювальна	2.75	Комбінована з ЧПУ	1.78
3	Токарна з ЧПУ	0.72	Комбінована з ЧПУ	0.68
4	Фрезерувальна з ЧПУ	0.86		
5	Круглошліфувальна	0.72		
6	Токарно-гідрокопіювальна	0.69		
7	Фрезерно-центрувальна	1.88		
8	Токарна з ЧПУ	0.15		
	Сума	8.25		4.69

Розрахунок витрат на експлуатацію обладнання за формулою:

$$C_{oi} = C_{ai} + C_{pi} + C_{ei}, \text{ грн/дет. [16, с. 280]}$$

де C_{ai} - витрати на амортизацію обладнання, що припадають на деталь при виконанні і-ої операції, грн/дет .;

C_{pi} - витрати на ремонт обладнання, грн/дет .;

C_{ei} - витрати на електроенергію, грн/дет.

Витрати на амортизацію обладнання на і - ої операції:

$$C_{a_i} = \frac{K_{от_i} O_i M_{o_i} a}{100 Q_{г.з.}}, \text{ грн/дет. [16, с .280]}$$

де, a - норма амортизаційних відрахувань на заміну обладнання в рік, %;

$Q_{г.з.}$ - річна кількість продукції даного типорозміру, запускається у виробництво, $Q_{г.з.} = 12500$ шт/рік;

$K_{от_i}$ - капіталовкладення в одиницю технологічного обладнання, зайнятого на i - ої операції, грн .;

O_i - розрахункова кількість обладнання, потрібне для виконання i - ої операції, од .;

M_{oi} - коефіцієнт зайнятості технологічного обладнання, при виконанні i -ої операції.

Результати обчислень наведені в таблиці 3.5

Таблиця 3.5 - Розрахунок витрат на амортизацію обладнання

Базовий ТП			Пропонований ТП		
№	Найменування	C_{ai} , грн/дет		Найменування	C_{ai} , грн / дет
1	Фрезерно-центрувальна	3.56		Комбінована ЧПУ 3	20.46
2	Токарно-гідрокопіювальна	6.89		Комбінована ЧПУ 3	15.13
3	Токарна з ЧПУ	2.45		Комбінована ЧПУ 3	8.36
4	Фрезерувальна з ЧПУ	2.24			
5	Круглошліфувальна	2.21			
6	Токарно-гідрокопіювальна	2.28			
7	Фрезерно-центрувальна	1.88			
8	Токарна з ЧПУ	0.46			
	СУМА	21.97			43.95

Витрати на ремонт обладнання розраховуються за формулою:

$$C_{pi} = \left[\frac{(W_m R_m + W_e R_e)}{T_{p.c.} \beta_m \beta_{m.n.} \beta_p \beta_m} + t_{p.эл.} C_{p.эл.} \right] \frac{O_i M_{o_i}}{Q_{z.z.}}, \text{ грн/дет.}$$

де W_m , W_e - витрати на всі види планово-попереджувального ремонту за ремонтний цикл, що припадають на одиницю ремонтної складності механічної та енергетичної частини даного обладнання,

$$W_m = 90 \text{ грн.}, W_e = 27 \text{ грн.};$$

R_m , R_e - група ремонтної складності механічної та енергетичної частини устаткування відповідно;

$T_{p.c.}$ - тривалість ремонтного циклу основної частини

обладнання, $T_{p.ц.} = 6$ років; [16, с. 282]

$t_{p.ел.}$ - трудомісткість ремонту електронної частини верстатів з ЧПУ, $t_{p.ел.} = 0.1628$ хв.; [16, с. 283]

$C_{p.ел.}$ - вартість ремонту електронної частини верстатів з ЧПУ,
 $C_{p.ел.} = 260$ грн.;

Результати розрахунків наведені в таблиці 3.6

Таблиця 3.6 – Витрати на ремонт обладнання

Базовий ТП			Пропонований ТП	
№	Найменування	$C_{p.р.}$, грн / дет	Найменування	$C_{p.р.}$, грн / дет
1	Фрезерно-центрувальна	33.4	Комбінована ЧПУ 3	15.78
2	Токарно-гідрокопіювальна	43.12	Комбінована ЧПУ 3	11.44
3	Токарна з ЧПУ	43.12	Комбінована ЧПУ 3	8.36
4	Фрезерувальна з ЧПУ	22.47		
5	Круглошліфувальна	21.12		
6	Токарно-гідрокопіювальна	33.4		
7	Фрезерно-центрувальна	24.45		
8	Токарна з ЧПУ	8.14		
	Сума	229,22		35.58

Витрати на електроенергію розраховуються за формулою:

$$C_{e_i} = \frac{E_i \cdot C_e}{Q_{e.з.}}, \text{грн./дет. [16, с. 287]}$$

де E_i - річна витрата електроенергії, $\frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}}$;

C_E - вартість 1 кВт / год, $C_E = 0.6$ грн./кВт год;

$Q_{г.з.}$ - річна кількість продукції, що запускається в виробництво, $Q_{г.з.} = 12500$ шт/рік;

Результати розрахунків наведені в таблиці 3.7

Таблиця 3.7 – Витрати на електроенергію

Базовий ТП			Пропонований ТП		
№	Найменування	C_{ei} , грн / дет	№	Найменування	C_{ei} , грн / дет
1	Фрезерно-центрувальна	0.05	1	Комбінована ЧПУ	0.6
2	Токарно-гідрокопіювальна	0.56	2	Комбінована ЧПУ	0.48
3	Токарна з ЧПУ	0.15	3	Комбінована ЧПУ	0.06
4	Фрезерувальна з ЧПУ	0.06			
5	Круглошліфувальна	0.03			
6	Токарно-гідрокопіювальна	0.06			
7	Фрезерно-центрувальна	0.27			
8	Токарна з ЧПУ	0.007			
	Сума	1.19			1.14

Результати розрахунків сумарних витрат на експлуатацію обладнання наведені в таблиці 3.8

Таблиця 3.8 – Сумарні витрати на експлуатацію обладнання

Базовий ТП			Пропонований ТП		
№	Найменування	C_{oi} , грн / дет	№	Найменування	C_{oi} , грн / дет
1	Фрезерно-центрувальна	37,01	1	Комбінована ЧПУ 3	36,84
2	Токарно-гідрокопіювальна	50,57	2	Комбінована ЧПУ 3	27,05
3	Токарна з ЧПУ	45,72	3	Комбінована ЧПУ 3	16,78
4	Фрезерувальна з ЧПУ	24,77			
5	Круглошліфувальна	23,36			
6	Токарно-гідрокопіювальна	35,74			
7	Фрезерно-центрувальна	26,6			
8	Токарна з ЧПУ	8,6			
	Сума	252,38			80,67

Розрахунок витрат на утримання приміщень за формулою:

$$C_{ki} = \frac{S_{oi} M_{Si} C_{Kz}}{Q_{г.з.}}, \text{ грн/дет. [16, с. 290]}$$

де S_{oi} - площа, потрібна для виконання окремої операції, m^2 / опер .;

$M_{SI} = M_{oi}$ - коефіцієнт зайнятості технологічного обладнання при виконанні i - ої операції;

$Q_{г.з.}$ - річна кількість продукції даного типорозміру, запускається у виробництво, $Q_{г.з.} = 12550$ шт/рік;

$C_{KГ}$ - річні витрати на утримання приміщення, припадають на $1 m^2$ площі цеху,

$$C_{KГ} = 70 \text{ (грн/рік)} / m^2;$$

Результати розрахунків наведені в таблиці 3.9

Таблиця 3.9 – Витрати на утримання приміщень

Базовий ТП			Пропонований ТП		
№	Найменування	С _{кі} , грн / дет	№	Найменування	С _{кі} , грн / дет
1	Фрезерно-центрувальна	2,77	1	Комбінована ЧПУ	2,15
2	Токарно-гідрокопіювальна	5,83	2	Комбінована ЧПУ	2,15
3	Токарна з ЧПУ	5,83	3	Сверлильна ЧПУ	2,15
4	Фрезерувальна з ЧПУ	1,94			
5	Круглошліфувальна	0,37			
6	Токарно-гідрокопіювальна	2,77			
7	Фрезерно-центрувальна	4,29			
8	Токарна з ЧПУ	0,41			
	Сума	24.21			6,45

Розрахунок інших цехових витрат

Розрахуємо інші цехові витрати за формулою:

$$C_{пр,і} = (C_{з.ч.с.} \beta_i t_i + C_{oi}) K_{пр,і}, \text{ грн/дет. [16, с. 292]}$$

де $C_{з.ч.с.}$ - середня годинна заробітна плата основних робітників за тарифом, зайнятих при виконанні і - ої операції,

$$C_{з.ч.с.} = 5,68 \text{ грн.};$$

K_i - коефіцієнт, що враховує бригадну роботу при виконанні і - ої операції, $K_i = 1$;

t_i - норма часу на виконання i - ої операції, хв .;

C_{oi} - сумарні витрати на експлуатацію обладнання, грн/дет .;

$K_{пр.ц.}$ - коефіцієнт, що враховує інші цехові витрати пропорційно сумі витрат на заробітну плату і витрат на експлуатацію обладнання, $K_{пр.ц.} = 2$;

Результати розрахунків наведені в таблиці 3.10

Таблиця 3.10 – Інші цехові витрати

Базовий ТП			Пропонований ТП		
№	Найменування	$C_{при}$, грн/дет	№	Найменування	$C_{при}$, грн/дет
1	Фрезерно-центрувальна	92,2	1	Комбінована ЧПУ	158,54
2	Токарно-гідрокопіювальна	205,65	2	Комбінована ЧПУ	121,69
3	Токарна з ЧПУ	118,7		Комбінована ЧПУ	59,46
4	Фрезерувальна з ЧПУ	82,48			
5	Круглошліфувальна	73,98			
6	Токарно-гідрокопіювальна	97,6			
7	Фрезерно-центрувальна	124,8			
8	Токарна з ЧПУ	22,88			
	СУМА	726,09			339,69

3.13 Розрахунок цехової собівартості деталі.

Розрахуємо цехову собівартість деталі по формулі:

$$C_{ц} = C_з + C_o + C_k + C_{пр} + C_m, \text{ грн/дет. [16, с. 295]}$$

де $C_з$ - заробітна плата основних робітників, грн/дет;

C_o - витрати на експлуатацію обладнання, грн/дет .;

C_k - витрати на утримання приміщення, грн/дет .;

$C_{\text{пр}}$ - інші цехові витрати, грн/дет .;

$D_{\text{ив}}$ - витрати на матеріал, грн/дет .;

Для базового технологічного процесу:

$$C_{\text{ц}} = 9.92 + 122 + 28.5 + 938.06 + 8.01 = 1106.49 \text{ грн/дет.}$$

Для пропонованого технологічного процесу:

$$C_{\text{ц}} = 4.69 + 30.66 + 7.16 + 339.69 + 532,34 + 8.01 = 922.55 \text{ грн/дет.}$$

3.14 Розрахунок річного економічного ефекту та народногосподарських витрат за варіантами.

Як загального показника річного економічного ефекту від впровадження нової техніки можна розраховувати економію на повних народногосподарських витратах, обумовлених виробництвом деталі.

Наведені народногосподарські витрати розраховуються за формулою:

$$C_{\text{п.н.}} = C_{\text{п}} + \varepsilon_{\text{н.н.}} K_{\text{н}}, \text{ грн. [16, с. 298]}$$

де $C_{\text{п}}$ - повна собівартість продукції за рік по варіанту, розраховується за формулою:

$$C_{\text{п}} = C_{\text{ц}} Q_{\text{г.з.}}, \text{ грн/рік [16, с. 301]}$$

де $C_{\text{ц}}$ - цехова собівартість деталі, грн/дет .;

$Q_{\text{г.з.}}$ - річна кількість продукції, що запускається в виробництво, $Q_{\text{г.з.}} = 12500$ шт/рік;

$T_{\text{н.н.}}$ - норма економічній ефективності додаткових капіталовкладень,

$$T_{\text{н.н.}} = 0,35 \frac{\text{грн. год}}{\text{грн.}};$$

$K_{\text{н}}$ - сумарна величина капіталовкладень, грн .;

Для базового технологічного процесу:

$$C_{\text{п}} = C_{\text{ц}} \times Q_{\text{г.з.}} = 1106.49 \times 300 = 331\,947 \text{ грн.}$$

$$K_{\text{н}} = K_{\text{пр}} = 14170000 \text{ грн.}$$

$$C_{\text{п.н.}} = 331947 + 0,35 \times 14170000 = 5291447 \text{ грн/рік}$$

Для запропонованого технологічного процесу:

$$C_{\text{п}} = 922.55 \times 300 = 276765 \text{ грн/рік}$$

$$K_{\text{н}} = K_{\text{пр}} = 9000000 \text{ грн.}$$

$$C_{\text{п.н.}} = 276765 + 0,35 \times 9000000 = 3426765 \text{ грн/рік}$$

Економія на наведених народногосподарських витратах:

$$C_{\text{п.н.}} = C_{\text{п.н.1}} - C_{\text{п.н.2}} = 5291447 - 3426765 = 1864682 \text{ грн/рік.}$$

Результати розрахунків записано в таблиці 3.11

Таблиця 3.11 - Зведена таблиця техніко-економічних показників

№	Найменування показників	Одиниці виміру	Базовий ТП	Пропонований ТП
1	Річний випуск деталей	шт.	300	300
2	Трудомісткість	$\frac{\text{люд.} \times \text{год}}{\text{год}}$	166.5	78.5
3	Потреба в обладнанні	од.	9	1
4	Капітальні вклади: - в технологічне обладнання - в будівлі цеху - в запаси матеріалів	грн.	14170000 857844 480	9000000 214648 371
6	Наведені народногосподарські витрати	$\frac{\text{млн. грн.}}{\text{год}}$	5,291447	3,426765
7	Річний економічний ефект	$\frac{\text{млн. грн.}}{\text{год}}$	1,864682	

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Загальні вимоги безпеки до технологічних процесів

Загальні вимоги безпеки до технологічних процесів регламентовані ГОСТ 12.3.002-75 «Процеси виробничі. Загальні вимоги безпеки».

Проектування, організація та проведення технологічного процесу виготовлення деталі «ВАЛ» передбачає:

- усунення безпосереднього контакту працюючих з вихідними матеріалами, заготовками, напівфабрикатами, готовою продукцією та відходами виробництва, що виявляють шкідливий вплив;

- заміну технологічних процесів і операцій, пов'язаних з виникненням небезпечних і шкідливих виробничих факторів, процесами та операціями, при яких зазначені фактори відсутні або мають меншою інтенсивністю;

- раціональну організацію праці і відпочинку з метою профілактики монотонності і гіподинамії, а також обмеження важкості праці;

- герметизацію обладнання;

- застосування засобів захисту працюючих;

- комплексну механізацію, автоматизацію, застосування дистанційного керування технологічними процесами та операціями за наявності небезпечних і шкідливих виробничих факторів;

- систему контролю і управління технологічного процесу, що забезпечує захист працюючих і аварійне відключення виробничого обладнання;

Своєчасне видалення та знешкодження відходів виробництва, що є джерелами небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

4.2 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів при механічній обробці матеріалів різанням

Умови праці на робочих місцях виробничих приміщень складаються під впливом великого числа факторів, різних за своєю природою, формами прояву, характером дії на людину.

Відповідно до ГОСТ 12.0.003-86 небезпечні та шкідливі виробничі фактори поділяються за своєю дією на фізичні, хімічні, біологічні та психофізичні.

Вибір технічних засобів забезпечення безпеки повинен здійснюватися на основі виявлення небезпечних і шкідливих факторів, специфічних для даного технологічного процесу.

У нашому випадку фізично шкідливими виробничими факторами є підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони в процесі різання; високий рівень шуму і вібрацій, недостатня освітленість робочої зони; підвищена пульсація світлового потоку. При відсутності засобів захисту запиленість повітряного середовища в зоні дихання верстатників при точінні, шліфуванні може перевищувати гранично допустимі концентрації.

Аерозоль нафтових масел, що входять до складу мастильно-охолоджуючих рідин (МОР); може викликати подразнення слизових оболонок верхніх дихальних шляхів, сприяти зниженню імунобіологічної реактивності.

Рухомі частини виробничого обладнання, які рухаються впродовж виготовлення, стружка оброблюваних матеріалів, оскільки інструментів, висока температура поверхні оброблюваних деталей і інструменту, підвищена напруга в електричному кола або статичної електрики, при якому може статися замикання, через тіло людини - відносяться до категорії фізично небезпечних і шкідливих чинників. Ділянка повинна бути захищена від доступу на нього сторонніх осіб. Відповідно до ГОСТ 12.1.030-81 з метою забезпечення електробезпеки в конструкції електроприводів верстатів

передбачена ізоляція. На нетоковедущих частинах обладнання (корпусах) обов'язково застосовується заземлення, контроль якого необхідно проводити не рідше, ніж раз в 2 роки.

Металева стружка, особливо при точінні стали, що має високу температуру (400-600 °С) і велику кінетичну енергію, становить серйозну небезпеку не тільки для працюючого на верстаті, але і для осіб, що знаходяться поблизу верстата. Найбільш поширеними у верстатників є травми очей. Очі ушкоджуються відлітає стружкою, осколками різального інструменту і частинками абразиву, пиловими частинками оброблюваного матеріалу і ін.

У процесі механічної обробки матеріалів при роботі тупими ріжучими інструментами відбувається інтенсивне нагрівання, внаслідок чого, пил і стружка перетворюється в пароподібний стан.

Таким чином, при обробці матеріалу в повітря робочої зони поступає складна суміш парів, газів і аерозолів, які є хімічно шкідливими виробничими факторами.

Концентрація шкідливих речовин в повітрі робочої зони, що утворюються при обробці різанням, не повинна перевищувати гранично допустимих значень.

До шкідливих психофізичних виробничих факторів процесів обробки матеріалів різанням можна віднести фізичні перевантаження при установці, закріпленні і зніманні великогабаритних деталей, перенапруження зору, монотонність праці.

До біологічних факторів належать хвороботворні мікроорганізми бактерії, які проявляються при роботі з МОР.

4.3 Вентиляція

Ефективним засобом нормалізації повітряного середовища є вентиляція. По характеру організації повітрообміну розрізняють

общеобменную і місцеву вентиляцію, в залежності від призначення: приточну, витяжну, припливно-витяжну.

Дія загальнообмінної вентиляції засновано на розведенні виділяються шкідливих речовин свіжим повітрям до гранично допустимих концентрацій.

З метою більш ефективного уловлювання пилу, дрібної стружки і аерозолів МОР, що утворюються при обробці різанням, застосовують місцеві відсмоктують пристрої зі спеціальними насадками, які розміщують в місцях інтенсивного виділення шкідливих речовин. Повітропроводи для видалення пилу повинні мати гладкі внутрішні поверхні без кишень і поглиблень, мінімальну довжину і число поворотів.

Для зняття зарядів статичної електрики, які можуть викликати вибух, пилепріємником і повітропроводи вентиляційних установок заземляють по ГОСТ 12.3.026-86.

Відповідно до вимог СН і П. II-33-86 ворота, двері і технологічні отвори механічних цехів обладнають повітряними і повітряно-тепловими завісами, які захищають працівників від охолодження проникаючим в цех холодним повітрям.

Повітропроводи від місцевих відсмоктувачів і загальнообмінної вентиляції, а також вентиляційні камери, повинні очищатися за графіком,

Стан повітряного середовища в робочій зоні виробничих приміщень повинно відповідати ГОСТ 12.1.005-88

4.4 Освітлення робочих місць

Одним з факторів, що сприяють зростанню продуктивності праці і попереджає виробничий травматизм, є раціональне освітлення робочого місця.

Для створення світлового комфорту в механічних цехах використовують природне освітлення, створюване денним світлом, що потрапляє через світлові прорізи в зовнішніх огорожувальних конструкціях;

штучне освітлення, що створюється електричними джерелами світла, і суміщене освітлення, при якому недостатнє за нормами природне освітлення доповнюють штучним.

Освітлення робочих місць повинно відповідати СН і П-23.5-95.

Освітленість, створювана природним освітленням, змінюється в широких межах, так як обумовлюється часом дня, року, а також метеорологічними чинниками. Як нормованої величини прийнята відносна величина - коефіцієнт освітленості - це відношення у відсотках освітленості в даній точці всередині приміщення одночасного значення зовнішньої горизонтальної освітленості, створюваної світлом відкритого небосхилу.

Природне освітлення впливає позитивно не тільки на зір, вона тонізує організм людини в цілому і сприятливо технологічний вплив. Тому в приміщення з недостатнім світлом і без природного світла встановлюють відповідно до СН 245-84 установки штучного ультрафіолетового опромінення.

Для місцевого освітлення слід застосовувати світильники, встановлені на металорізальних верстатах з метою концентрації світлового потоку на робочому місці. Для місцевого освітлення повинні використовуватися світильники з непросвечиваючими відбивачами з захисним кутом не менше 30.

При роботі на верстатах, в основному є такі основні зони зорової роботи: зона обробки, зона лимбов і зона розрахункової таблиці режимів різання.

4.5 Шум і вібрації

Шум і вібрації є шкідливими основними виробничими факторами в механічних цехах і повинні відповідати СН. 2.2.4 / 2.1.8.562-96.

Шум на виробництві завдає великої економічної і соціальної збиток.

Він несприятливо впливає на організм людини, викликаючи психічні та фізіологічні порушення, що знижують працездатність людини.

Джерелами шуму є хиткі тверді, рідкі, газоподібні тіла. Основні джерела шуму в металорізальних верстатах - це зубчасті передачі, електродвигун і процес різання.

Основоположним документом, що встановлює класифікацію шумів, допустимі рівні шуму на робочих місцях, загальні вимоги до шумових характеристик машин і захист від шуму є ГОСТ 12.3.003-83.

Зони з рівнем звуку понад 80 дБ повинні бути позначені знаками безпеки. Верстатників, які постійно перебувають в цих зонах, адміністрація зобов'язана забезпечувати засобами індивідуального захисту органів слуху.

При виборі тих чи інших засобів боротьби з шумом слід практикувати такі, які зменшують рівень шуму безпосередньо в джерелі його утворення, слід використовувати глушники, звукоізоляцію, звукопоглинальні облицювання стелі та стін, об'ємні поглиначі, що підвішуються поблизу найбільш гучних верстатів. Товщина облицювань становить 20-200 мм.

У процесі різання шум можна знизити підвищенням жорсткості інструмента, демпфуванням коливання заготовки та інструменту.

Причиною порушення вібрацій при роботі верстатів є неврівноважені силові дії.

В одних випадках вони виникають при обертанні шківів, маховиків і валів, в інших - при використанні механізмів зі зворотно-поступальним рухом.

Віробезпечного умови праці верстатників забезпечують в основному організаційно-технологічними заходами, які включають:

Контроль за дотриманням правил і умов експлуатації верстатів відповідно до нормативно-технічної документацією;

Контроль технічних норм вібрації відповідно до ГОСТ 12.3.1012-78;

Своєчасний плановий і попереджувальний ремонт верстатів з обов'язковим після ремонту контролем їх вібраційних характеристик;

Впровадження заходів, що виключають можливість контакту верстатників з вібруючими частинами обладнання.

4.6 Пожежна безпека

Приміщення, де відбувається обробка металів різанням, по СНиП 11-2-80 відноситься до категорії В. Забезпечення пожежної безпеки є однією з найважливіших задач охорони праці. Вимоги пожежної безпеки визначає ГОСТ 12.1.004-85.

Основними причинами пожеж на виробництві є порушення, пов'язані з технологічним режимом застосування горючих і легкозаймистих рідин і горючих газів.

Для практичної реалізації профілактичних заходів на підприємстві організовують постійно діючу пожежно-технічну комісію, добровільну пожежну дружину, стверджують категорію пожежної та вибухової небезпеки цехів і діляниць, розробляють для них протипожежний режим.

Все верстатники проходять первинний і повторний протипожежний інструктаж. Заходи, що усувають причини пожеж на підприємстві поділяються на будівельно-технічні та організаційні.

До перших відносяться планування території та розміщення виробничих будівель і споруд, пристрій в будівлі спеціальних перепон, що перешкоджають поширенню вогню, аварійне освітлення, належна експлуатація виробничого обладнання.

До організаційних заходів належать: заборона куріння та користування відкритим вогнем під час проведення робіт в пожежонебезпечних приміщеннях, обмеження запасів сгораемого сировини, готової продукції, видалення з виробничих приміщень легкозаймистих матеріалів і речовин, розробка планів евакуації людей і майна з приміщень.

Для боротьби з пожежею застосовуються вогнегасні речовини такі, як вода, водні розчини, піна, вуглекислота, інертні гази, стиснуте повітря,

порошки, пісок, земля і т.д. і засоби гасіння пожежі встановлені ГОСТ 12.4.009-91.

У приміщенні розташовують стаціонарні і первинні засоби пожежогасіння. На кожних 100 квадратних метрах приміщення розміщується 1-2 вогнегасника. У кожному приміщенні є евакуаційні виходи.

5 ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

Цивільний захист на підприємстві, в установі, організації (далі – об'єкті) організується з метою своєчасної підготовки об'єкта до захисту від наслідків НС та оперативного проведення рятувальних і інших невідкладних робіт.

Згідно зі ст. 8 закону України "Про цивільну оборону України" "Керівництво підприємств, установ і організацій незалежно від форм власності і підпорядкування забезпечує своїх працівників засобами індивідуального та колективного захисту, організовує здійснення евакозаходів, створює сили для ліквідації наслідків НС та забезпечує їх готовність до практичних дій, виконує інші заходи з цивільної оборони і несе пов'язані з цим матеріальні та фінансові витрати в порядку та обсягах, передбачених законодавством".

На об'єктах підвищеної небезпеки (радіаційно-, хімічно-, вибухонебезпечних) створюються локальні системи виявлення загрози виникнення НС і оповіщення працівників цих об'єктів та місцевого населення, що проживає в зоні можливого ураження (згідно з законом України "Про цивільну оборону України" власники таких об'єктів відповідають за захист населення, що проживає в зонах можливого ураження від наслідків аварій на цих об'єктах). Відповідно до затвердженої Державної цільової соціальної програми розвитку цивільного захисту на 2009-2013 роки, вищеназвані локальні системи мають бути створені до 2013 року на всіх об'єктах підвищеної небезпеки.

Відповідальність за цивільний захист об'єкта несе керівник цього об'єкта, він є начальником ЦЗ об'єкта і підпорядковується своєму старшому начальнику (міністерства чи відомства), а в оперативному відношенні начальнику цивільного захисту міста чи району.

Начальник цивільного захисту об'єкта несе відповідальність за:

- створення, організацію, підготовку і дієздатність системи цивільного захисту на підпорядкованому об'єкті;
- забезпечення захисту персоналу (а на об'єктах підвищеної небезпеки і за захист населення, що проживає в зонах можливого ураження від наслідків аварій на цих об'єктах) під час загрози або виникнення надзвичайних ситуацій техногенного, природного та воєнного характеру;
- організацію і здійснення заходів щодо попередження НС, а у разі їх виникнення – за мінімізацію збитків від них;
- створення і організацію роботи системи оповіщення на об'єкті;
- створення і організацію роботи комісії з питань техногенно-екологічної безпеки та надзвичайних ситуацій, а також евакуаційної комісії об'єкта;
- постійну готовність органів управління і невоєнізованих формувань об'єкта до функціонування в мирний і воєнний час;
- фінансове та матеріально-технічне забезпечення заходів у сфері цивільного захисту;
- підготовку і навчання персоналу до дій у НС.

Наказом начальника ЦЗ об'єкта призначаються заступники (як варіант – з евакуації, інженерно-технічної частини, з матеріально-технічного постачання, з оперативних питань).

Органом управління з питань надзвичайних ситуацій та цивільного захисту об'єкта є штаб цивільної оборони та надзвичайних ситуацій (штаб ЦО та НС) (далі – штаб ЦО).

Штаб ЦО очолює начальник штабу, який є першим заступником начальника ЦЗ об'єкта. До складу штабу входять заступники начальника штабу і необхідні спеціалісти. Штаб комплектується як штатними працівниками ЦЗ об'єкта так і посадовими особами підприємства, не звільненими від виконання своїх основних обов'язків.

Начальник штабу ЦО відповідає за безпосередню організацію та функціонування сил і засобів цивільного захисту під час загрози або

виникнення надзвичайних ситуацій техногенного, природного та воєнного характеру. Він має право віддавати розпорядження з питань цивільної оборони, захисту від НС техногенного, природного та воєнного характеру від імені начальника цивільного захисту об'єкту.

Начальник штабу ЦО несе відповідальність за:

- організацію своєчасного оповіщення і збору персоналу об'єкта;
- організацію роботи і узгодженість дій створених на об'єкті органів управління і структурних підрозділів цивільного захисту;
- розробку планової документації з питань цивільного захисту, її своєчасне уточнення і коригування;
- стан готовності особового складу невоєнізованих формувань цивільного захисту до дій за призначенням;
- своєчасне доведення до виконавців рішень начальника цивільного захисту та організацію контролю за їх виконанням;
- організацію збору і аналізу інформації щодо вірогідного виникнення надзвичайних ситуацій, відпрацювання пропозицій щодо захисту персоналу (а на об'єкті підвищеної небезпеки і населення, що проживає в зоні можливого ураження від наслідків аварії на цьому об'єкті) від їх наслідків;
- виконання заходів, спрямованих на підвищення стійкості роботи об'єкта в воєнний час та при виникненні надзвичайної ситуації техногенного або природного характеру;
- організацію взаємодії з місцевими органами державної влади, підрозділами МНС України, аварійно-рятувальними службами тощо;
- організацію спеціальної підготовки і підвищення кваліфікації персоналу у сфері цивільної оборони, захисту від надзвичайних ситуацій.

Обов'язки начальника цивільного захисту та начальника штабу ЦО об'єкта при різних режимах функціонування єдиної системи цивільного захисту наведено в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 - Обов'язки начальника цивільного захисту об'єкта та начальника штабу ЦО об'єкта при різних режимах функціонування єдиної системи цивільного захисту

Обов'язки начальника ЦЗ об'єкта	Обов'язки начальника штабу ЦО об'єкта
У режимі надзвичайної ситуації	
<p>1. Усвідомити й оцінити обстановку, прийняти відповідні оперативні рішення, поставити завдання голові комісії з питань ТЕБ та НС, керівникам інших органів управління та невоєнізованих формувань цивільного захисту:</p> <ul style="list-style-type: none"> – на забезпечення своєчасного оповіщення персоналу об'єкта (а на об'єкті підвищеної небезпеки і населення, що проживає в зоні можливого ураження від наслідків аварії на цьому об'єкті); – на організацію дій НФЦЗ об'єкта щодо локалізації і ліквідації НС; – на проведення рятувальних та інших невідкладних робіт; – на організацію меддопомоги постраждалим і евакуацію їх у лікувальні заклади; – на забезпечення контролю за заходами безпеки при веденні рятувальних, аварійно-відновлювальних та інших невідкладних робіт; – на забезпечення безперервного керування заходами щодо ліквідації наслідків надзвичайної ситуації; – на організацію своєчасного коригування планів дій щодо ліквідації наслідків НС; – на організацію спостереження за станом навколишнього середовища і джерелом небезпеки; – на евакуацію персоналу у безпечні райони. <p>2. Доповісти вищестоящому керівництву про місце, час, причину, вид НС, завдані збитки, наслідки, вжиті заходи.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – забезпечити негайне доведення одержаного сигналу оповіщення чи інформації про виникнення надзвичайної ситуації до керівництва, невоєнізованих формувань цивільного захисту, усього персоналу об'єкта (а на об'єкті підвищеної небезпеки і населення, що проживає в зоні можливого ураження від наслідків аварії на цьому об'єкті); – прийняти негайні заходи щодо захисту персоналу (а на об'єкті підвищеної небезпеки і населення, що проживає в зоні можливого ураження від наслідків аварії на цьому об'єкті) об'єкта; – організувати здійснення рятувальних, аварійно-відновлювальних та інших невідкладних робіт; – забезпечити функціонування за призначенням органів управління та невоєнізованих формувань цивільного захисту; – організувати практичне вико-нання плану ліквідації надзвичайних ситуацій техногенного, природного чи воєнного характеру та їх наслідків; – приймати участь у діяльності комісії з питань ТЕБ та НС і евакуаційної комісії об'єкта; – забезпечити розробку наказів, розпоряджень і вказівок начальника цивільного захисту та органів управління цивільного захисту; – забезпечити своєчасне подання відповідних звітів і донесень до вищестоящого керівництва.

На великому об'єкті для організації і проведення заходів захисту від НС на базі відповідних структурних підрозділів (відділів, цехів тощо) об'єкта, в залежності від характеру його виробничої діяльності створюються служби цивільного захисту:

- оповіщення і зв'язку;
- протипожежна;
- аварійно-технічна;
- сховищ і укриттів;
- медична;
- охорони громадського порядку;
- протирадіаційного та протихімічного захисту;
- харчування та торгівлі;
- автотранспортна;
- матеріально-технічного постачання та інші.

На невеликому об'єкті служби ЦЗ не створюються, а їх функції при необхідності виконують структурні органи управління цього об'єкта. Керівники цих служб (керівники підрозділів на базі яких створені ці служби) відповідають за постійну готовність сил і засобів, за забезпечення підлеглих формувань спеціальними засобами (засобами індивідуального захисту, спецобладнанням, апаратурою, приладами, технікою тощо), за навчання діям у надзвичайних ситуаціях.

Для виконання завдань цивільного захисту на об'єкті створюються невоєнізовані формування. Вони поділяються на формування загального призначення (наприклад, рятувальні загони, команди, групи) і формування служб (команди, групи, дружини, ланки, пости).

Невоєнізовані формування – це завчасно підготовлені до дій у НС групи робітників та службовців об'єкта, які об'єднані в окремі загони, команди, дружини, ланки, групи, пости зі спеціальною технікою, приладами та майном, без звільнення їх від основної роботи.

6 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА

6.1 Надтверді інструментальні матеріали

Надтверді інструментальні матеріали (рисунок 6.1) призначені для чистової обробки матеріалів з високими швидкостями різання.

Області застосування:

- для алмазів (А) - обробка кольорових металів і їх сплавів, а також дерева, абразивних матеріалів, пластмас, твердих сплавів, скла, кераміки;
- для КНБ - обробка чорних металів, сирих і загартованих, а також спеціальних сплавів на основі нікелю і кобальту.

В даний час в промисловості в основному використовують синтетичні А, одержувані з вуглецю (у формі графіту) при впливі високих тиску і температури, при цьому гексагональна гранецентрована решітка графіту перетворюється в кубічну гранецентровану грати алмазу. Температуру і тиск, необхідні для структурних перетворень, визначають з діаграми стану «графіт - алмаз».

Так як бор і азот розташовуються по обидва боки вуглецю в таблиці Менделєєва, шляхом відповідної хімічної реакції можна отримати нітрид бору, який має графітоподібну гексагональну кристалічну решітку з приблизно однаковим числом атомів бору і азоту, розташованих поперемінно. Аналогічно графіту гексагональний нітрид бору (ГНБ) має шарувату пухку структуру і може перетворюватися в КНБ. Цей процес описується діаграмою стану ГНБ-КНБ. За рахунок додавання спеціальних розчинників-каталізаторів (зазвичай, нітриди металів) інтенсивність перетворення збільшується, а тиск і температура процесу знижуються відповідно до 6 ГПа і 1500 °С. В процесі перетворення кристали КНБ збільшуються. При нагріванні окремі кристали КНБ спікається між собою в зонах контакту і утворюють «полікристалічну» масу. Для інтенсифікації спікання додають також розчинники. Крім того, вся спікається маса повинна

перебувати при певних тиску і температурі, щоб запобігти зворотне перетворення твердих кристалів КНБ в м'які гексагональних кристали.

В результаті спікання отримують конгломерат КНБ, в якому довільно орієнтовані анізотропні кристали з'єднуються між собою, утворюючи ізотропну масу великого обсягу. Потім з цієї маси отримують пластини для ріжучих інструментів, фільтри для волочіння дроту, інструменти для виправлення шліфувальних кіл, зносостійкі деталі та ін.



Рисунок 6.1 – Інструментальні сталі (квадрат, смуга, коло горячекатане та коло коване)

Як ріжучий матеріал, алмаз має високу стійкість і низький коефіцієнт тертя в парі з металом, що забезпечує високу якість поверхні. Алмази застосовуються (природні і синтетичні) для точного точіння і розточування деталей з кольорових сплавів. Для обробки вуглецевих металів (чавунів, сталей) алмази не використовуються, так як через хімічної спорідненості оброблюваного та інструментального матеріалів відбувається інтенсивне зношування алмазних різців і коксування поверхневого шару заготовки.

Матеріали на основі нітриду бору мають кристалічну кубічну (КНБ) або вюрцитно-подібну (ВНБ) модифікацію сполуки бору з азотом, що синтезується за технологією, аналогічною виробництва синтетичних алмазів. За рахунок варіювання технологічними факторами отримують кілька відмінних один від одного матеріалів на цій основі – ельбор, гексані та ін. Полікристали на основі нітриду бору отримують розміром до 12 мм, застосовуються вони для обробки сталей і сплавів на основі заліза.

У вітчизняному виробництві матеріали на основі нітриду бору для абразивного інструменту випускають під маркою ельбор, а для лезового інструменту - композит.

Поява кожної якісно нової групи інструментальних матеріалів характерно насамперед істотним, стрибкоподібним збільшенням швидкостей різання і тому завжди супроводжується глибокими змінами в верстатобудуванні та технології механічної обробки.

Швидкість різання - найважливіший фактор інтенсифікації обробки матеріалів різанням із застосуванням інструменту з синтетичних надтвердих матеріалів в умовах, коли резерви істотного підвищення швидкостей різання традиційних інструментальних матеріалів практично вичерпані.

Разом з тим, як показують останні дослідження, швидкість різання є до того ж вельми дієвим фактором вирішення проблеми стружкоподріблена - однієї з найважчих проблем в металообробці.

При високій швидкості різання робота майже повністю перетворюється в тепло і утворюється сегментна стружка, у якій сегменти поділяються тендітної вузькою перемичкою сильно деформованого металу; фактично утворюється коротка подрібнена стружка. Автоматизація процесів обробки матеріалів зі зняттям стружки і подальше зростання швидкостей різання нерозривні.

Різке збільшення швидкості різання при інших рівних умовах забезпечують відповідне збільшення хвилинної подачі інструменту (продуктивності процесу), а також зменшення сили різання, наклепу і

шорсткості обробленої поверхні (точності і якості обробки). Встановлено, крім того, що при збільшенні швидкості різання в певних межах зростає надійність роботи інструменту з СТМ; це принципово важливо стосовно автоматизованому устаткуванню.

Як правило, частина наявного резерву підвищення швидкості різання при переході від твердосплавного інструменту до інструменту з СТМ використовується для зменшення товщини зрізаного шару. Наприклад, при підвищенні швидкості фрезерування чавуну в 10 разів хвилинна подача може бути збільшена не в 10, а в 4 рази з відповідним зменшенням в 2,5 рази подачі на оборот. Це дає додаткове суттєве зменшення сили різання і шорсткості поверхні.

З матеріалів, одержуваних спіканням алмазних зерен, в даний час випускають полікристали СВ, СВС, дісміт, СВБН, карбоніт.

Полікристали марки АСБ мають кулясту форму діаметром близько 6-6,5 мм, чітко виражену радіально-променеву структуру. Кристали баллас утворюють блочне будова і різні розміри по перетину зразка: в центрі більш дрібні, ніж на периферії. Їх величина знаходиться в межах 10-300 мкм.

Алмази марки АСПК мають форму циліндра діаметром 2-4,5 мм, висотою 3-5 мм, структура їх також радіально-промениста, але більш тонко сформована і досконала. Розміри зерен менше (до 200 мкм).

Структура алмазів типу СВ полікристалічна, двофазна. Загальна кількість домішок не перевищує 2%.

За зростанням міцності алмазні полікристали розташовуються в такий спосіб: АСБ, АСПК, СВ, дісміт.

Рекомендовані діапазони режимів різання при точінні матеріалів хімічно інертних до алмазу, що володіють або високу твердість або абразивної здатністю.

Алмазний інструмент може експлуатуватися, на відміну від інструменту з композиту, і на низьких швидкостях, властивих твердосплавного інструменту, забезпечуючи багаторазове підвищення

стійкості. При фрезеруванні швидкості можуть бути збільшені в 1,5-2 рази. Глибина різання деревостружкових матеріалів визначається шириною фрез.

Ефективність використання СА при обробці надтвердих матеріалів можна ілюструвати на прикладі точіння твердих сплавів ВК10, ВК10С, ВС15, ВК20 різцями з АСПК. Продуктивність такої обробки в десять разів вище продуктивності шліфування при стабільному забезпеченні заданої якості.

6.2 Висновок науково-дослідницької роботи

Найбільш твердим матеріалом на нашій планеті – це природний алмаз. Але, для використання в ріжучих інструментах має ряд значних недоліків. Теплостійкість інструменту з цього монокристала порівняно невелика та досягає лише 700-750 С, ударна в'язкість недостатня. Область застосування алмазів - обробка кольорових металів і їх сплавів, а також дерева, абразивних матеріалів, пластмас, твердих сплавів, скла, кераміки. Як ріжучий матеріал, алмаз має високу стійкість і низький коефіцієнт тертя в парі з металом, що забезпечує високу якість поверхні. Застосування КНБ - обробка чорних металів, сирих і загартованих, а також спеціальних сплавів на основі нікелю і кобальту. Матеріали на основі нітриду бору мають кристалічну кубічну (КНБ) модифікацію сполуки бору з азотом, що синтезується за технологією, аналогічною виробництва синтетичних алмазів. Полікристали на основі нітриду бору отримують розміром до 12 мм, застосовуються вони для обробки сталей і сплавів на основі заліза.

Інструментальні керамічні матеріали це група керамічних матеріалів, що характеризуються високою твердістю та міцністю. Використовують для виготовлення різальних оброблювальних інструментів. Більшість інструментальних керамічних інструментів створюють на основі твердих тугоплавних хімічних сполук, які поєднують у собі високу твердість і хімічну стабільність. До речовин, що відповідають цим вимогам, належать оксид алюмінію (Al_2O_3), нітрид кремнію (Si_3N_4), карбід і нітрид титану (TiC

та TiN), а також оксинітридні фази (сіалони), які утворюються в системах Si–Me–O–N і є твердими розчинами зі структурою α - і β -Si₃N₄.

Полікристалічні надтверді матеріали на основі кубічного нітриду бору є одним з найперспективнішим інструментальних матеріалів. Від його властивостей залежать надійність та економічність роботи інструменту в умовах високих навантажень, температур, швидкостей, хімічної взаємодії з оброблюваним матеріалом, а також висока точність геометрії обробки та якісь оброблених поверхонь. Характерною рисою полікристалічних надтвердих матеріалів є наявність жорсткого каркаса зі зрослих зерен алмазу або КНБ. Необхідно пам'ятати, що при використанні інструменту, оснащеного надтвердими матеріалами, доцільно працювати на верстатах «П» – підвищеної або «В» – високої точності. Полікристали використовуються для обробки титанових сплавів, високо кремнієвих сплавів, композиційних матеріалів, мінералокераміки, забезпечують високу точність, але мало ефективні при обробці сплавів на основі заліза, дорогі.

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі розроблено технологічний процес виготовлення деталі «ВАЛ ТХ 27.01», з проектуванням механічної ділянки по її виготовленню.

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. Спроектовано станочне пристосування. Проведено розрахунок собівартості деталі й економічного ефекту зміни технологічного процесу.

При гарячому штампуванні маса заготівлі і відходів менша, а отже, більше і коефіцієнт використання металу. Тому доцільно використовувати заготівлі з штампової поковки, оскільки цей техніко-економічні розрахунки показують, що цей варіант забезпечує найменшу технологічну вартість і поточні витрати на виготовлення деталі.

Розраховано режими різання на чорнове точіння поверхні в операції 015. Визначили, що потрібна автоматизована система збирання стружки А, а саме конвеєр шнековий одновитковий.

Розглянуто контрольне відділення в якому визначили вибірковий контроль готових деталей, який дозволяє зменшити число контролерів і дає хороший результат при наявності стабільного технологічного процесу.

Розраховано потреби в виробничих площах, собівартість деталей, річний економічний ефект та народногосподарські витрати.

Розглянуто загальні вимоги безпеки з охорони праці. Проаналізували небезпечні і шкідливі виробничі фактори.

Проведено планування цивільного захисту на об'єкті. Дослідили надтверді інструментальні матеріали.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

- 1 Левицький В. С. Машинобудівне креслення і автоматизація виконання креслень. - М.: «Вища школа», 2008. - 423 с.
- 2 Нефедов Н. А. Дипломне проектування в машинобудівних технікумах. - М.: «Вища школа», 2006. - 239 с.
- 3 Дунаєв П. Ф., Льоліком О. П., Варламова Л. П. Допуски і посадки. Обґрунтування вибору. - М.: «Вища школа», 1998. - 112 с.
- 4 Марочник сталей і сплавів / Под ред. Зубченко А. С. - М.: Машинобудування, 2003. - 784 с.
- 5 Короткий довідник металіста. / За заг. ред. П. Н. Орлова, Е. А. Скороходова - М.: Машинобудування, 1986. - 960 с.
- 6 Довідник металіста: У 5-ти томах. Том 2. Під ред. А. Г. Рахштадта і В. А. Брострема. М., Машинобудування, 2006. - 720 с.
- 7 Гжіров Р. І. Короткий довідник конструктора - Л.: Машинобудування, 2004. - 464 с.
- 8 Штейнберг Б. І., Брайнман Б. М. Довідник молодого інженера-конструктора / Под ред. Б. М. Брайнмана. - К.: Техніка, 2001. - 184 с.
- 9 Прогресивні ріжучі інструменти та режими різання металів / За заг. Ред. Баранчикова В. І. - М.: Машинобудування, 1990. - 400 с.
- 10 Єгоров М. Є., Дементьєв В. І., Дмитрієв В. Л. Технологія машинобудування / Під ред. М. Є. Єгорова. - М.: Вища школа, 1976. - 534 с.
- 11 Добриднев І. С. Курсове проектування з предмету «Технологія машинобудування». - М.: Машинобудування, 2005. - 184с.
- 12 Розрахунок припусків і межпереходних розмірів в машинобудуванні / Под ред. В. А. Тімірязєва. - М.: «Вища школа», 2004. - 272 с.
- 13 Дем'янюк Ф. С. Технологічні основи поточно-автоматизованого виробництва, 1968.
- 14 Мамаєв В. С., Осипов О. Г. Основи проектування машинобудівних заводів, 1974.

15 Мельников Г. Н., Вороненко В. П. Проектування механоскладальних цехів. Підручник для студентів машиностроит. спеціальностей вищих навчальних закладів / За ред. А. М. Дальського - М., Машинобудування, 1990. - 352 с.

16 Основи проектування механоскладальних ділянок і цехів, Уч. Посібник. 2002 А. А. Єгоров, С. Ю. Стародубов.

17 Проектування машинобудівних заводів і цехів. Довідник в 6-ти Т. Т. 4 / Под ред. Е. С. Ямпільського, 1975.