

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 (циліндр ЦЛ
86.03, річна програма 1000 шт.), з проектуванням пристосувань по її
виготовленню»**

Виконав: здобувач вищої освіти групи ПМЕ-15з

Штомпель Є.Ю.

(прізвище, та ініціали)

(підпис)

Керівник Алтухов В.М.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Завідувач кафедри Архипов О.Г.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент Ведмедєва Т.Б.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Сєвєродонецьк - 2019

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка 97 с., 26 табл., 6 рис., 5 дод., 19 джерел.

У бакалаврській роботі розроблено технологічний процес виготовлення деталі «Циліндр ЦЛ 86.03»

Проведено критичний аналіз норм точності деталі й аналіз на технологічність. Розглянуті варіанти отримання заготовок. Розраховані режими різання й проведено нормування операцій. Спроековано ділянку механічної обробки. Проведено розрахунок собівартості деталі й економічного ефекту зміни технологічного процесу.

На основі отриманих результатів розроблено комплект технологічної документації.

ГРАФІЧНА ЧАСТИНА

Креслення деталі.....	A2
Креслення заготовки.....	A4
Пристосування верстатне.....	A1
Пристосування контрольне.....	A1
План ділянки.....	A1
Комплект технологічної документації на 32 сторінках.	

ЗМІСТ	
СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ.....	5
ВСТУП.....	6
1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	7
1.1 Службове призначення і конструктивно-технологічні характеристики деталі.....	7
1.2 Техпроцес деталі.....	9
1.3 Аналіз існуючого техпроцеса і передбачувані його зміни в проектному варіанті.....	9
1.4 Розрахунок припусків на операції механічної обробки.....	10
1.5 Приклади розрахунку режимів різання.....	18
1.6 Приклади розрахунків технічних норм часу.....	23
1.7 Опис ріжучого інструменту.....	25
2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.....	26
2.1 Принцип роботи трикулачкового самоцентруючого патрону.....	26
2.2 Розрахунок трикулачкового самоцентруючого патрону.....	26
3 ЕКОНОМІКА І ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА.....	30
3.1 Вихідні дані для проектування.....	30
3.2 Виробничий план.....	31
3.3 Визначення складу та чисельності працюючих цеху.....	35
3.4 Розрахунок площі цеху.....	36
3.5 Основні техніко-економічні показники цеху.....	37
3.6 Собівартість продукції.....	38
3.7 Графік досягнення беззбитковості.....	41
4 ПРОЕКТУВАННЯ ЦЕХУ.....	42
4.1 Вихідні дані для проектування.....	42
4.2 Режим роботи цеха и фонды времени работы оборудования и рабочих.....	42
4.3 Технологічні процеси і нова техніка. Основні положення по організації виробництва на ділянці.....	43

4.4 Розрахунок технологічного обладнання.....	44
4.5 Розрахунок вантажообігу механічного цеху.....	46
4.6 Вибір і розрахунок підйомно-транспортних засобів.....	47
4.7 Допоміжні служби цеху.....	48
4.8 Визначення чисельності працюючих.....	53
4.9 Розрахунок площ корпусів.....	54
4.10 Розрахунок енергетики цеху.....	56
5 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА.....	58
5.1 Фізичні основи формування складу та властивостей нітридних плівок перехідних металів для застосування у машинобудуванні.....	58
5.2 Вплив теплового поля при випробуваннях у виробництві.....	58
5.3 Методи тримання та дослідження.....	62
5.4 Результати дослідження.....	64
5.5 Висновки.....	69
6 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	70
6.1 Методи аналізу виробничого травматизму.....	71
6.2 Правила безпеки.....	74
7 ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА.....	79
7.1 Значення цивільної оборони та цивільного захисту.....	79
7.2 Комплекс заходів для захисту населення й об'єктів економіки.....	80
7.3 Система цивільної оборони.....	81
7.4 Роль і завдання цивільної оборони.....	81
ВИСНОВКИ.....	88
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	89
ДОДАТОК 1.....	91
ДОДАТОК 2.....	92
ДОДАТОК 3.....	93
ДОДАТОК 4.....	95
ДОДАТОК 5.....	97

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

НВ – твердість по Бринелю.

НРС – твердість по Роквеллу.

РТК – розрахунково-технологічна карта.

ІТР – інженерно-технічні робітники.

МОР – мастильно-охолоджуюча рідина.

ЛКМ – литі композиційні матеріали.

НС – надзвичайна ситуація.

ТБ – техніка безпеки.

РЕМПРІ – ремонт пристроїв і інструмента.

ПММ – паливно-мастильні матеріали.

МОТЗ – мастильно-охолоджуючий технологічний засіб.

ІРК – інструментально-раздавальні комори.

ЦРБ – цеова ремонтна база.

ПРОСК – проміжний склад.

ІТП – інженерно-технічний працівник.

МОП – молодший обслуговуючий персонал.

ВТК – відділ технічного контролю.

ВСТУП

В даній бакалаврській роботі розробляється ділянка механічної обробки циліндра з річним обсягом випуску $Nr = 1000$ штук.

При проектуванні виробничого процесу, що протікає в механічному цеху, увага приділяється взаємозв'язку етапів, в результаті яких виходить готовий виріб, кількісним і якісним змінам об'єкта виробництва, а також основним і допоміжним виробничим системам. Для умов серійного виробництва доцільніше застосовувати верстати з ЧПУ.

Обробка на верстатах з ЧПУ характеризується: зростанням продуктивності праці завдяки скороченню основного і допоміжного часу (переналагодження); можливістю застосування багатOVERSTATного обслуговування одним оператором; підвищеною точністю і стабільністю якості; зниженням витрат на спеціальні пристосування; скороченням або повною ліквідацією розмічальних і слюсарно-підгінних робіт. Досвід використання верстатів з ЧПУ показав, що ефективність їх застосування зростає при підвищенні необхідної точності, ускладненні умов обробки (взаємне переміщення заготовки та інструменту по п'яти-шести координатам), багатоінструментальної багатоопераційної обробці заготовок з одной установи і т.п.

Застосування верстатів з ЧПУ взамін універсального обладнання створює певні переваги, зокрема такі: скорочення строків підготовки виробництва на 50-70 %; скорочення загальної тривалості циклу виготовлення продукції на 50-60 %; економію коштів на проектування і виготовлення технологічного оснащення на 30-85 %; підвищення продуктивності праці за рахунок скорочення допоміжного і основного часу обробки на верстаті.

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Службове призначення і конструктивно-технологічні характеристики деталі

Деталь «Циліндр» (направляюча пневмоклапану) застосовується в авіаційному обладнанні і устаткуванні на базі авіаційного. «Циліндр» працює в діапазоні температур $(-60 \div +200 \text{ }^{\circ}\text{C})$. Конструктивно «Циліндр» являє собою тонкостінне тіло обертання з центральним отвором перехідного діаметра.

З одного боку – діаметр отвору 30 мм на глибину 39 мм, з іншого боку – діаметр 40 мм на глибину 29 мм. Для відводу палива «Циліндр» має штуцер, розташований перпендикулярно осі обертання і зміщений вздовж осі обертання ближче до торця з отвором діаметром 40 мм.

«Циліндр» має центральний наскрізний отвір змінного діаметру. Отвір діаметром 5 мм і глибиною 20 мм, після чого переходить в отвір діаметром 3,5 мм. Для кріплення «Циліндра» в вузлі є два фланця по краях, кожний має 4 отвіри. Фланець 1 – з боку малого отвору, має 4 отвори діаметром 8,5 мм, розташованих на діаметрі 57 мм.

Фланець 2 – з боку великого отвору, має 4 отвори з різьбами М8 на діаметрі 73 мм. Для ущільнення при установки "Циліндра" у вузлі, на його зовнішній поверхні з боку торця з великим отвором, між торцем і фланцем розташовується канавка для кільця ущільнювача. До виготовлення деталі пред'являються високі вимоги, оскільки деталь працює в умовах перевантажень, при вібраціях і підвищених температурах. "Циліндр" повинен мати низьку намагнічуваність, високу міцність і твердість, що повинне відповідати вимогам умов експлуатації. Також пред'являються високі вимоги до биття поверхні, співісності і циліндричності, це забезпечується виробничим устаткуванням, що є високоточними верстатами з ЧПУ, і 100 % контроль розмірів після обробки важливих поверхонь. В якості матеріалу деталі використовуємо сплав

03X11H10M2T-ВД по ТУ14-1-4608-89 (ЭП678-ВД). Основною властивістю цього матеріалу є висока жаростійкість і жароміцність.

В табл. 1.1 наведені режими термообробки деталі.

Таблиця 1.1 – Режими термообробки

Марка сплаву	Засоби відпалу	Температура і швидкість нагріву	Час витримки, год.	Режим охолодження
ЭП678-ВД (03X11H10M2T-ВД)	Вакуум із залишковим тиском не вище 10-3 мм рт.ст.	(850±20) °С, не більше 500 °С в годину	3	До 400 °С із швидкістю 100 °С в годину, далі довільно під вакуумом до температури менше 150 °С

Хімічний склад сплаву ЭП678-ВД (03X11H10M2T-ВД) відповідно до ТУ14-1-4608-89 (у %) та властивості матеріалу деталі наведено у табл. 1.2, 1.3.

Таблиця 1.2 - Хімічний склад матеріалу деталі

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Ti	Al	Nb	Fe
0,024	0,15	0,04	0,006	0,008	11,0	9,6	2,13	1,0	0,08	0,02	решта

Таблиця 1.3 – Механічні властивості матеріалу деталі

σ_B , МПа (кг/мм ²)	$\sigma_{0,2}$, МПа (кг/мм ²)	δ , %	ψ , %	Твердість
1080/590 (110/60)	295 (130)	2/20	-	HRC 40 HRB 90
σ_B – тимчасовий опір розриву; $\sigma_{0,2}$ – межа плинності; δ – відносне подовження; ψ – відносне звуження				

Якісна оцінка технологічності деталі.

Конструкція деталі досить проста і спрощення не потребує. Матеріал деталі також не вимагає заміни, оскільки задовольняє вимогам до фізичних

властивостей матеріалу. До усіх поверхонь є вільний доступ інструменту. Для обробки штуцера потрібна установка циліндра на планшайбу.

1.2 Техпроцес деталі

У табл. 1.4 наведено орієнтовний список операцій техпроцеса деталі.

Таблиця 1.4 – Список операцій техпроцеса деталі

№	Назва операції	№ оп.	T _{шт.} , хв
1.	Заготівельна	005	10
2.	Токарна з ЧПУ	010	10
2.	Токарна з ЧПУ	015	20
3.	Токарна с ЧПУ	020	20
4.	Токарна с ЧПУ	025	15
5.	Токарна с ЧПУ	030	15
6.	Свердильна з ЧПУ	035	15
7.	Свердл.- фрезерна с ЧПУ	040	25
8.	Токарна с ЧПУ	045	15
9.	Шліфувальна з ЧПУ	050	15
10.	Шліфувальна з ЧПУ	055	15
11.	Контроль	065	20
12.	Разом		195

1.3 Аналіз існуючого техпроцеса і передбачувані його зміни в проектному варіанті

Аналізуючи існуючий технологічний процес, були сформульовані наступні зауваження:

- не застосовуються пристрої що дозволяють автоматизувати процес установки заготівель навіть на найперших невідповідальних операціях (операції № 10, 20);

- не застосовуються сучасні методи зачистки задирок;

- оснащення, вживане у виробництві, збільшує долю допоміжного часу на операціях;

- на більшості операцій застосовується універсальне устаткування.

Провівши аналіз технологічного маршруту обробки деталі "Циліндр", пропоную наступні зміни:

- підвищити застосування верстатів з ЧПУ;
- змінити розмір заготівлі по висоті з 80 мм на 71 мм;
- скорочення кількості оснащення і підвищенню якості обробки, оскільки з'являється можливість обробки за один установ;

- застосування патрона з пневмоприводом. і завантажувальним пристроєм на операції № 10, 20;

- застосування сучасного вимірювального інструменту;

- на операції № 10, 20 замінити модель верстата з ЧПУ СТП-220 (дискретність переміщень по осях $X = 0,005$ мм, $Z = 0,01$ мм) на 16K20Ф3С32, тому, що у нього дискретність переміщень по осях X, Z рівна 0,001 мм;

- оснастити усі верстати ЧПУ комп'ютерами, у зв'язку з цим з'являється можливість створити комп'ютерну мережу для передачі програм, що управляють, і іншої інформації, оперативного їх редагування; знімається питання обмеженням за об'ємом програми і по створенню архіву програм і так далі.

1.4 Розрахунок припусків на операції механічної обробки

Проводимо розрахунок припуску на внутрішню поверхню $\varnothing 55^{+0,03}$.

Сумарне значення R_z і T , що характеризує якість поверхні заготовок – штамповок, становить 300 мкм.

Кривизну заготовки при закріпленні в трьохкулачному патроні, і обточуванні внутрішньої поверхні, визначаємо за формулою:

$$\Delta_{кор} = l \cdot \Delta_k = 14,3 \cdot 1,3 = 18,59 \text{ мкм};$$

Δ_k – питоме значення кривизни (0,7) [1, табл. 4.8];

l – довжина поверхні (14,3 мм);

Залишкове просторове відхилення

після чорнового розточування:

$$\Delta_2 = \kappa_y \cdot \Delta_{зор} = 0,06 \cdot 18,59 = 1,1154 \text{ мкм}$$

після чистового розточування:

$$\Delta_3 = \kappa_y \cdot \Delta_{зор} = 0,04 \cdot 18,59 = 0,7436 \text{ мкм};$$

після фінішного розточування:

$$\Delta_4 = \kappa_y \cdot \Delta_{зор} = 0,02 \cdot 18,59 = 0,3718 \text{ мкм};$$

де κ_y - коефіцієнт уточнення форми після обробки заготовки [1, с. 73].

Похибка установки заготовки на виконуваному переході ε :

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_z^2 + \varepsilon_{np}^2}, \quad (1)$$

ε_{δ} – похибка базування

ε_z – похибка закріплення

ε_{np} – похибка пристосування

для чорнового точіння $\varepsilon = 150$ мкм [1, табл. 4.10];

для напівчистового точіння $\varepsilon = 50$ мкм [1, табл. 4.10];

для чистового точіння $\varepsilon = 25$ мкм [1, табл. 4.10].

У табл. 1.5 наведені міжопераційні припуски на внутрішню поверхню $\varnothing 55^{+0,03}$.

Таблиця 1.5 – Міжопераційні припуски на внутрішню поверхню $\varnothing 55^{+0,03}$

Технологічні переходи обробки пов.	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск $2 \cdot z_{\min}^{\text{np}}$, мкм	Розрахунковий розмір d_p , мм	Допуск δ , мкм	Граничний розмір, мм		Граничні значення припусків, мкм	
	R_z	T	ρ	ε				$d_{\min}$	$d_{\max}$	$2 \cdot z_{\min}^{\text{np}}$	$2 \cdot z_{\max}^{\text{np}}$
Заготівля (штампування)	300		18,59							—	—
Чорнове розточування	50	50	1,1154	150	2-451	54,5	500	54,0	54,5	1000	1300

Продовження табл. 1.5

Чистове розточування	20	25	0,7436	50	2·150	54,8	200	54,69	54,8	300	600
Фінішна обробка	15	20	0,3718	25	2·70	55,03	30	55,00	55,03	230	400
Разом										1530	2300

На підставі записаних в таблиці даних виробляємо розрахунок мінімальних значень міжопераційних припусків, користуючись основною формулою [1, табл. 4.2].

$$2 \cdot z_{\min} = 2 \cdot \left(R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right) \quad (2)$$

Під чорнове точіння:

$$2 \cdot z_{\min \text{ заг}} = 2 \cdot \left(300 + \sqrt{18,59^2 + 150^2} \right) = 2 \cdot 451 = 902 \text{ мкм};$$

Під чистове точіння:

$$2 \cdot z_{\min 1} = 2 \cdot \left(50 + 50 + \sqrt{1,1154^2 + 50^2} \right) = 2 \cdot 150 = 300 \text{ мкм};$$

Під чистове розточування:

$$2 \cdot z_{\min 2} = 2 \cdot \left(20 + 25 + \sqrt{0,7436^2 + 25^2} \right) = 2 \cdot 70 = 140 \text{ мкм}.$$

Максимальний розмір деталі після фінішного розточування:

$$d_4^{\text{позм}} = 55,03 \text{ мм}.$$

Решту розрахункових розмірів визначаємо послідовним відніманням з розрахункового розміру розрахункового припуску наступного за ним суміжного переходу:

$$d_3^{\text{поз}} = 55,03 - 0,140 = 54,8 \text{ мм};$$

$$d_2^{\text{позм}} = 54,8 - 0,300 = 54,5 \text{ мм};$$

$$d_1^{\text{позм}} = 54,5 - 0,902 = 53,5 \text{ мм}.$$

Найбільші граничні розміри обчислюємо додатком допуску до найменшого граничного розміру:

$$d_{4 \max} = 55,03 - 0,03 = 55,0 \text{ мм};$$

$$d_{3 \max} = 54,8 - 0,2 = 54,6 \text{ мм};$$

$$d_{2\max} = 54,5 - 0,5 = 54,0 \text{ мм};$$

$$d_{1\max} = 53,5 - 0,8 = 52,7 \text{ мм}.$$

Розрахуємо мінімальне і максимальне значення припусків, вони дорівнюють різниці найбільших і найменших відповідно граничних розмірів виконуваного і попереднього переходів:

$$2 \cdot z_{\max 4}^{np} = 55 - 54,6 = 0,4 \text{ мм};$$

$$2 \cdot z_{\min 4}^{np} = 55,03 - 54,8 = 0,23 \text{ мм};$$

$$2 \cdot z_{\max 3}^{np} = 54,6 - 54,0 = 0,6 \text{ мм};$$

$$2 \cdot z_{\min 3}^{np} = 54,8 - 54,5 = 0,3 \text{ мм};$$

$$2 \cdot z_{\max 2}^{np} = 54,0 - 52,7 = 1,3 \text{ мм};$$

$$2 \cdot z_{\min 2}^{np} = 54,5 - 53,5 = 1,0 \text{ мм}.$$

Загальні припуски визначаємо шляхом підсумовування проміжних припусків.

Проводимо розрахунок припуску на зовнішню поверхню $\varnothing 18,3_{-0,045}$.

Сумарне значення Rz і T, що характеризує якість поверхні заготовок – штамповок, становить 300 мкм.

Кривизну заготовки при закріпленні в трьохкулачному патроні, і обточуванні внутрішньої поверхні, визначаємо за формулою:

$$\Delta_{кор} = l \cdot \Delta_{\kappa} = 18,5 \cdot 0,7 = 12,39 \text{ мкм};$$

Δ_{κ} – питоме значення кривизни (0,7) [1, табл. 4.8];

l – довжина поверхні (17,7 мм);

Залишкове просторове відхилення після чорнового розточування:

$$\Delta_2 = \kappa_y \cdot \Delta_{зор} = 0,06 \cdot 12,39 = 0,7434 \text{ мкм}$$

після полувисотного точіння:

$$\Delta_3 = \kappa_y \cdot \Delta_{зор} = 0,04 \cdot 12,39 = 0,4956 \text{ мкм};$$

після чистового точіння:

$$\Delta_4 = \kappa_y \cdot \Delta_{зор} = 0,02 \cdot 12,39 = 0,2478 \text{ мкм};$$

де κ_y - коефіцієнт уточнення форми після обробки заготовки [1, с. 73].

Похибка установки заготовки на виконуваному переході:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{np}^2}, \quad (3)$$

де ε_{δ} - похибка базування;

ε_3 – похибка закріплення;

ε_{np} – похибка пристосування.

Для чорнового точіння $\varepsilon = 200$ мкм [1, табл. 4.10].

Для чистового точіння $\varepsilon = 80$ мкм [1, табл. 4.10].

Для фінішного точіння $\varepsilon = 40$ мкм [1, табл. 4.10].

У табл. 1.6 наведені міжопераційні припуски на внутрішню поверхню $\varnothing 18,3_{-0,045}$.

Таблиця 1.6 – Міжопераційні припуски на зовнішню поверхню $\varnothing 18,3_{-0,045}$

Технологічні переходи обробки пов.	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск $2 \cdot z_{\min}$, мкм	Розрахунковий розмір d_p , мм	Допуск δ , мкм	Граничний розмір, мм		Граничні значення припусків, мкм	
	R_z	T	ρ	ε				R_z	T	ρ	ε
Заготівля (штампування)	300		12,39							-	-
Чорнове розточування	50	50	0,7434	200	2·500	18,86	520	18,86	19,38	600	780
Чистове розточування	40	40	0,4956	80	2·180	18,5	200	18,5	18,7	200	520
Фінішна обробка	30	30	0,2478	40	2·120	18,255	45	18,255	18,3	245	400
Разом										1045	1700

Виробляємо розрахунок мінімальних значень міжопераційних припусків, користуючись основною формулою [1, табл. 4.2]:

$$2 \cdot z_{\min} = 2 \cdot \left(R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right) \quad (4)$$

Під чорнове точіння:

$$2 \cdot z_{\min \text{ заг}} = 2 \cdot \left(300 + \sqrt{12,39^2 + 200^2} \right) = 2 \cdot 500 = 1000 \text{ мкм};$$

Під получистове точіння:

$$2 \cdot z_{\min 1} = 2 \cdot \left(50 + 50 + \sqrt{0,7434^2 + 80^2} \right) = 2 \cdot 180 = 360 \text{ мкм};$$

Під чистове точіння:

$$2 \cdot z_{\min 2} = 2 \cdot \left(40 + 40 + \sqrt{0,4956^2 + 40^2} \right) = 2 \cdot 120 = 240 \text{ мкм}.$$

Максимальний розмір деталі після фінішного розточування:

$$d_4^{\text{позм}} = 18,255 \text{ мм}.$$

Решту розрахункових розмірів визначаємо послідовним відніманням з розрахункового розміру розрахункового припуску наступного за ним суміжного переходу:

$$d_3^{\text{позм}} = 18,255 + 0,240 = 18,5 \text{ мм};$$

$$d_2^{\text{позм}} = 18,50 + 0,360 = 18,86 \text{ мм};$$

$$d_1^{\text{позм}} = 18,855 + 1,000 = 19,855 \text{ мм}.$$

Найбільші граничні розміри обчислюємо додатком допуску до найменшого граничного розміру:

$$d_{4\max} = 18,255 + 0,045 = 18,3 \text{ мм};$$

$$d_{3\max} = 18,5 + 0,2 = 18,7 \text{ мм};$$

$$d_{2\max} = 18,86 + 0,52 = 19,38 \text{ мм};$$

$$d_{1\max} = 19,3 + 0,7 = 20,0 \text{ мм}.$$

Розрахуємо мінімальне і максимальне значення припусків, вони дорівнюють різниці найбільших і найменших відповідно граничних розмірів виконуваного і попереднього переходів:

$$2 \cdot z_{\max 4}^{\text{np}} = 18,7 - 18,3 = 0,4 \text{ мм};$$

$$2 \cdot z_{\min 4}^{\text{np}} = 18,5 - 18,255 = 0,245 \text{ мм};$$

$$2 \cdot z_{\max 3}^{np} = 19,22 - 18,7 = 0,52 \text{ мм};$$

$$2 \cdot z_{\min 3}^{np} = 18,7 - 18,5 = 0,2 \text{ мм};$$

$$2 \cdot z_{\max 2}^{np} = 20 - 19,22 = 0,78 \text{ мм};$$

$$2 \cdot z_{\min 2}^{np} = 19,3 - 18,7 = 0,6 \text{ мм}.$$

Загальні припуски визначаємо шляхом підсумовування проміжних припусків.

Проводимо розрахунок припуску на зовнішню поверхню $\varnothing 60_{-0,1}$.

Сумарне значення R_z і T , що характеризує якість поверхні заготовок – штамповок, становить 300 мкм.

Кривизну заготовки при закріпленні в трьохкулачному патроні, і обточуванні внутрішньої поверхні, визначаємо за формулою:

$$\Delta_{\text{кор}} = l \cdot \Delta_{\kappa} = 17,7 \cdot 0,7 = 12,39 \text{ мкм}.$$

Δ_{κ} – питома значення кривизни (0,7) [1, табл. 4.8];

l – довжина поверхні (17,7 мм).

Залишкове просторове відхилення після чорнового розточування:

$$\Delta_2 = \kappa_y \cdot \Delta_{\text{зор}} = 0,06 \cdot 12,39 = 0,7434 \text{ мкм};$$

після получистового точіння:

$$\Delta_3 = \kappa_y \cdot \Delta_{\text{зор}} = 0,04 \cdot 12,39 = 0,4956 \text{ мкм};$$

після чистового точіння:

$$\Delta_4 = \kappa_y \cdot \Delta_{\text{зор}} = 0,02 \cdot 12,39 = 0,2478 \text{ мкм},$$

де κ_y – коефіцієнт уточнення форми після обробки заготовки [1, с. 73].

Похибка установки заготовки на виконуваному переході ε :

Для чорнового точіння $\varepsilon = 200$ мкм [1, табл. 4.10].

Для получистового точіння $\varepsilon = 80$ мкм [1, табл. 4.10].

Для чистового точіння $\varepsilon = 40$ мкм [1, табл. 4.10].

У табл. 1.7 наведені міжопераційні припуски на зовнішню поверхню $\varnothing 60_{-0,1}$.

Таблиця 1.7 – Міжопераційні припуски на зовнішню поверхню Ø60_{-0,1}

Технологічні переходи обробки пов.	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск $2z_{\min}$, мкм	Розрахунковий розмір d_p , мм	Допуск δ , мкм	Граничний розмір, мм		Граничні значення припусків, мкм	
	R_z	T	ρ	ε				R_z	T	ρ	ε
Заготівля (штампування)	300		12,39			61,6	800	61,6	62,4	—	—
Чорнове розточування	50	50	0,7434	200	2·500	60,6	500	60,6	61,1	1000	1300
Чистове розточування	40	40	0,4956	80	2·180	60,2	100	60,2	60,3	400	800
Фінішна обробка	30	30	0,2478	40	2·120	59,9	100	59,9	60,0	300	300
Разом										1700	2400

На підставі записаних в таблиці даних виробляємо розрахунок мінімальних значень міжопераційних припусків, користуючись основною формулою [1, табл. 4.2]:

$$2 \cdot z_{\min} = 2 \cdot \left(R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right) \quad (6)$$

Під чорнове точіння:

$$2 \cdot z_{\min \text{ заг}} = 2 \cdot \left(300 + \sqrt{12,39^2 + 200^2} \right) = 2 \cdot 500 = 1000 \text{ мкм.}$$

Під полужистове точіння:

$$2 \cdot z_{\min 1} = 2 \cdot \left(50 + 50 + \sqrt{0,7434^2 + 80^2} \right) = 2 \cdot 180 = 360 \text{ мкм.}$$

Під чистове точіння:

$$2 \cdot z_{\min 2} = 2 \cdot \left(40 + 40 + \sqrt{0,4956^2 + 40^2} \right) = 2 \cdot 120 = 240 \text{ мкм.}$$

Мінімальний розмір деталі після чистового точіння:

$$d_4^{\text{роз}} = 59,9 \text{ мм.}$$

Решту розрахункових розмірів визначаємо послідовним додаванням до розрахункового розміру розрахункового припуску наступного за ним суміжного переходу:

$$d_3^{poz} = 59,900 + 0,240 = 60,2 \text{ мм}$$

$$d_2^{poz} = 60,2 + 0,360 = 60,6 \text{ мм};$$

$$d_1^{poz} = 60,6 + 1,000 = 61,6 \text{ мм}.$$

Найбільші граничні розміри обчислюємо додатком допуску до найменшого граничного розміру:

$$d_{4\max} = 59,9 + 0,1 = 60,0 \text{ мм};$$

$$d_{3\max} = 60,2 + 0,1 = 60,3 \text{ мм};$$

$$d_{2\max} = 60,6 + 0,5 = 61,1 \text{ мм};$$

$$d_{1\max} = 61,6 + 0,8 = 62,4 \text{ мм}.$$

Розрахуємо мінімальне і максимальне значення припусків, вони дорівнюють різниці найбільших і найменших відповідно граничних розмірів виконуваного і попереднього переходів:

$$2 \cdot z_{\max 4}^{np} = 60,3 - 60,0 = 0,3 \text{ мм};$$

$$2 \cdot z_{\min 4}^{np} = 60,2 - 59,9 = 0,3 \text{ мм};$$

$$2 \cdot z_{\max 3}^{np} = 61,1 - 60,3 = 0,8 \text{ мм};$$

$$2 \cdot z_{\min 3}^{np} = 60,6 - 60,2 = 0,4 \text{ мм};$$

$$2 \cdot z_{\max 2}^{np} = 62,4 - 61,1 = 1,3 \text{ мм};$$

$$2 \cdot z_{\min 2}^{np} = 61,6 - 60,6 = 1,0 \text{ мм}.$$

Загальні припуски визначаємо шляхом підсумовування проміжних припусків.

1.5 Приклади розрахунку режимів різання

Операція 015 – перехід "свердління отвору Ø 28" ("Токарна з ЧПУ").

Початкові дані:

Попередня обробка отвору – свердління до 25 мм під подальше розточування. Верстат 16K20Ф3С32. Потужність двигуна – 5 кВт.

Оброблюваний матеріал – сталь ЭП678У-ВД (03Х11Н10М2Т-ВД)

$\sigma = 1000$ МПа, охолодження – 5 % емульсія

інструмент – свердло Ø 25 мм, швидкорізальна сталь Р18.

Довжина робочого ходу $L_{px} = L_{рез} + y$

Довжина різання $L_{рез} = 76$ мм

$y = 16$ мм – довжина довода, урізування і перебігання, конус свердла

$L_{px} = 76 + 16 = 92$ мм.

Подача на оборот інструменту $S_0 = 0.1$ мм/об при d до 25 мм, $\frac{L_{рез}}{d} - 4$

Швидкість різання:

$$v = v_{табл} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3; \quad (7)$$

де $V_{табл} = 27,5$ м/хв при подачі на оборот інструменту $S_0 < 0,06$ мм / об,
діаметрі оброблюваного отвору $d = 25$ мм;

$K_1 = 0,7$ при твердості оброблюваного матеріалу $\sigma = 1000$ МПа, при роботі інструментом зі швидкорізальної сталі;

$K_2 = 1,0$ при використанні різального інструменту зі швидкорізальної сталі,
 $T_p = 100$ хв;

$K_3 = 1$ при відношенні довжини різання до діаметру до 5.

$$V = 27,5 \times 0,7 \times 1 \times 1 = 19,29 \text{ м/хв.}$$

Розрахунок числа оборотів шпинделя верстата:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d}. \quad (8)$$

$$n = (1000 \times 19,29) / (3,14 \times 26) = 235 \text{ об/хв.}$$

Операція 040 – перехід "нарізування різьби в отворі Ø 8 мм"

("Свердлильно-фрезерна ЧПУ").

Початкові дані:

Верстат МА655А1, потужність двигуна – 10 кВт.

Оброблюваний матеріал – сталь ЭП678-ВД (03Х11Н10М2Т-ВД)

$\sigma = 1000$ МПа, охолодження – 5 % емульсія,
інструмент – машинний мітчик $\varnothing 8$ мм, швидкорізальна сталь Р18.
Швидкість різання

$$v = v_{\text{табл}} \cdot K_v, \quad (9)$$

де $V_{\text{табл}} = 5$ м/хв при кроці різьби $S = 0,4$ мм і діаметрі різьби 8 мм [1, с. 263].

$K_v = 1$ – для легованої сталі.

Приймаємо $v = 5$ м/хв;

Розрахунок числа обертів шпинделя верстата:

$$n = (1000 \times 5) / (3,14 \times 8) = 199 \text{ об/хв},$$

приймаємо $n = 200$ об/хв, згідно з можливостями верстата.

Операція 030 – перехід «точіння $\varnothing 39,7^{+0,062}$ («Токарна з ЧПУ»).

Початкові дані: Верстат 16К20Ф3С32, Потужність двигуна – 5 кВт.

Оброблюваний матеріал – сталь ЭП678-ВД (03Х11Н10М2Т-ВД).

$\sigma = 1000$ МПа, охолодження – 5 % емульсія,

інструмент – різець, Т15К6, глибина різання до 1 мм.

Довжина робочого ходу супорта $L_{\text{рх}} = L_{\text{рез}} + y$.

Довжина різання $L_{\text{рез}} = 25$ мм.

Довжина підведення і перебігання $y = 6$ мм при точінні заготівель

$$L_{\text{рх}} = 25 + 6 = 31 \text{ мм}.$$

Подача супорта на оборот шпинделя: $S_{\text{от}} = 0,3$ мм/об для обробки сталі і сумарною глибині різання до 2 мм при чистовому точінні.

$$S_0 = S_{\text{от}} \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 [1, \text{с. 239}], \quad (10)$$

де K_1 – коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту $K_1 = 1$;

K_2 – коефіцієнт, що враховує головний кут в плані $K_2 = 1$;

K_3 – коефіцієнт, що враховує діаметр отвору – $K_3 = 0,7$;

K_4 – коефіцієнт, що враховує стан поверхні – $K_4 = 1$;

K_5 – коефіцієнт, що враховує оброблюваний матеріал – $K_5 = 0,9$.

$$S_0 = 0,3 \times 1 \times 1 \times 0,7 \times 1 \times 0,9 = 0,18 \text{ мм/об}.$$

Швидкість різання

$$v = v_{\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (11)$$

де $v_{\text{табл}} = 155$ м/хв для точіння твердосплавним інструментом з глибиною різання до 1 мм і подачі супорта до 0,5 мм/об.

$K_1 = 0,72$ – по групі оброблюваного матеріалу;

$K_2 = 1,9$ – для обробки твердосплавним інструментом;

$K_3 = 0,9$ для точіння діаметрів менш 150 мм.

$$v = 155 \times 0,72 \times 1,9 \times 0,9 = 190 \text{ м/хв.}$$

Розрахунок числа оборотів шпинделя верстата:

$$n = (1000 \times 190) / (3,14 \times 39,7) = 1524 \text{ об/хв.}$$

$$n_{\text{пр}} = 1500 \text{ об/хв.}$$

У табл. 1.8 наведено режими різання на операціях.

Таблиця 1.8 – Режими різання на операціях

№ Найменування переходу	S, мм/ об	n, об/хв	t, мм	S _z , мм/зуб
1	2	3	4	5
<u>Оп. 010</u>				
1. Фаска, точіння	0,2	500	2	–
2. Фаска, точіння	0,05	500	–	
<u>Оп. 015</u>				
1. Свердління	0,1	235	–	
2. Точіння чорнове	0,2	500	2	
3. Розточування чорнове	0,2	500	2	
4. Точіння чистове	0,05	500		
5. Розточування чистове	0,05	500		
<u>Оп. 020</u>				
1. Точіння чорнове	0,2	500	2	
2. Точіння чорнове	0,2	500	2	
3. Точіння чистове	0,05	500		
4. Точіння чистове	0,05	500		
<u>Оп. 025</u>				
1. Точіння чистове	0,05	500		
2. Точіння чистове	0,05	500		

Продовження табл. 1.8.

<u>Оп. 030</u>				
1. Точіння чорнове	0,2	500	2	
2. Точіння чорнове	0,2	500	2	
3. Точіння чистове	0,05	500		
4. Точіння чистове	0,05	500		
5. Точіння канавки.	0,08	400		
6. Точіння канавки.	0,08	400		
<u>Оп.035</u>				
1. Центрування	0,1	700		
2. Свердління	0,1	600		
3. Зенкувати	0,08	400		
4. Розгорнути	0,03	250		
5. Зняти фаску	0,1	700		
<u>Оп. 040</u>				
1. Фрезерування	0,05	200		
2. Фрезерування	0,05	200		
3. Фрезерування	0,05	200		
4. Фрезерування	0,05	200		
5. Центрування	0,1	700		
6. Свердління	0,1	600		
7. Зенкувати	0,1	400		
8. Нарізування різьблення	0,4	235		
<u>Оп. 045</u>				
1. Центрування	0,1	700		
2. Свердління	0,1	600		
3. Розсвердлити	0,1	600		
4. Точіння	0,1	500		
5. Точіння канавки	0,1	400		
6. Нарізування різьби	1	235		
<u>Оп. 050</u>				
1. Шліфування	0,05	235		
<u>Оп. 055</u>				
1. Шліфування	0,05	235		

1.6 Приклади розрахунків технічних норм часу

Технічні норми часу в умовах серійного виробництва встановлюються розрахунково-аналітичним методом, визначається норма штучно-калькуляційного часу $T_{шт-к}$:

$$T_{штк} = \frac{T_{пз}}{n} + T_{шт}, \quad (12)$$

де $T_{пз}$ – попередньо-заключний час, хв;

n – кількість деталей в партії, шт.

Штучний час визначається за формулою:

$$T_{шт} = T_o + T_{\phi} + T_{то} + T_{фп}, \quad (13)$$

де T_o – основний час, хв;

T_{ϕ} – допоміжний час, хв;

$T_{то}$ – час на технічне обслуговування робочого місця, хв;

$T_{фп}$ – час на відпочинок і особисті потреби, хв.

Допоміжний час складається з витрат часу на окремі прийоми:

$$T_{\phi} = T_{у.з} + T_{з.в} + T_{уп} + T_{вим}, \quad (14)$$

де $T_{у.з}$ – час на установку і зняття деталі, хв.;

$T_{з.в}$ – час на закріплення і відкріплення деталі, хв;

$T_{уп}$ – час на прийоми управління, хв;

$T_{вим}$ – час на вимірювання деталі, хв.

Для операції 035 (свердлильна з ЧПУ)

$$T_o = \frac{L_{px} \cdot i}{n_{cm} \cdot S_{cm}}, \quad (15)$$

де L_{px} – довжина робочого ходу;

i – число робочих ходів інструменту;

n_{cm} – частота обертання шпинделя;

S_{cm} – подача.

Розраховуємо по переходах на операції

$$T_{o1} = \frac{4 \cdot 1}{700 \cdot 0,1} = 0,05; \text{ так як 4 отвори, то } T_{o1} = 0,05 \cdot 4 = 0,2 \text{ хв};$$

$$T_{o2} = \frac{14 \cdot 1}{600 \cdot 0,1} = 0,23; \text{ так як 4 отвори, то } T_{o2} = 0,23 \cdot 4 = 0,92 \text{ хв};$$

$$T_{o3} = \frac{16 \cdot 1}{400 \cdot 0,08} = 0,5; \text{ так як 4 отвори, то } T_{o3} = 0,05 \cdot 4 = 0,2 \text{ хв};$$

$$T_{o4} = \frac{18 \cdot 1}{250 \cdot 0,03} = 2,4; \text{ так як 4 отвори, то } T_{o4} = 2,4 \cdot 4 = 9,6 \text{ хв};$$

$$T_{o5} = \frac{4 \cdot 1}{700 \cdot 0,1} = 0,05; \text{ так як 4 отвори, то } T_{o5} = 0,05 \cdot 4 = 0,2 \text{ хв};$$

на операції $T_o = \sum_{i=1}^n T_{oi} = 0,2 + 0,92 + 0,2 + 9,6 + 0,2 = 11,12 \text{ хв}.$

Визначаємо допоміжний час по переходах:

$$T_{дп} = T_{си} + T_{yn} + T_{из}, \quad (16)$$

де $T_{дп}$ – допоміжний час на перехід;

$T_{зи}$ – час на зміну інструменту;

T_{yn} – час на прийоми управління, хв [2, прил. 5.8];

$T_{вим}$ – час на вимірювання деталі, хв [2, прил. 5.10; 5.13; 5.16];

$$T_{дп} = 0,8 + 0,32 + 0,16 = 1,28 \text{ хв};$$

$$T_{дп} = 0,8 + 0,32 + 0,16 = 1,28 \text{ хв};$$

$$T_{дп} = 0,8 + 0,32 + 0,16 = 1,28 \text{ хв};$$

$$T_{дп} = 0,8 + 0,32 + 0,16 = 1,28 \text{ хв};$$

$$T_{дп} = 0,8 + 0,32 + 0,16 = 1,28 \text{ хв}.$$

$$T_B = T_{yz} + T_{B3}, \quad (17)$$

де T_{yz} – час на установку і закріплення деталі, хв [2, прил. 5.2];

T_{B3} – час на відкріплення і зняття деталі, хв [2, прил. 5.7].

$$T_d = T_{yc} + T_{B3} = 0,55 + 0,72 = 1,27 \text{ хв};$$

$$T_{OB} = \sum T_{ДП} + T_{Д} = 7,81 + 1,27 = 9,08 \text{ хв};$$

$$T_{mo} = T_O \cdot 1\% = 0,0126 \text{ хв [2, прил. 5.20];}$$

$$T_{\phi n} = (T_O + T_B) \cdot 6\% = (1,26 + 9,08) \cdot 0,06 = 0,63 \text{ хв [2, прил. 5.22];}$$

$$T_{III} = 1,26 + 9,08 + 0,0126 + 0,63 = 10,99 \text{ хв.};$$

$$T_{II3} = 18 \text{ хв [1, прил. 6.1]}$$

$$T_{шк} = \frac{18}{132} + 10,99 = 0,137 + 10,99 = 11,127 \text{ хв.}$$

1.7 Опис ріжучого інструменту

Фрезерування є одним з широко поширених і високопродуктивних методів обробки металів різанням на фрезерних верстатах. Все ширше застосовують фрезерні верстати з ЧПУ (20-30 % від усього числа верстатів основного виробництва), на яких виконується 70-80 % усіх фрезерних робіт. Ефективність використання цих верстатів стримується недостатньо високою розмірною стійкістю інструменту і особливо при фрезеруванні деталей з важкооброблюваних матеріалів. Фрези, що випускаються інструментальною промисловістю, повною мірою не відповідають вимогам, що пред'являються до інструментів для верстатів з ЧПУ. Вирішуючи цю проблему, багато новаторів створили принципово нові типи фрез і удосконалили стандартні фрези.

Фреза призначена для фрезерування глибоких пазів, кишень і інших елементів в деталях з важкооброблюваних сталей.

Коронки на фрезі зі швидкорізальної сталі з клеєрезовим з'єднанням. Для склеювання застосовують клей КИ-78 термостійкістю 300 °С. Склеювання здійснюється при температурі 200 °С в течії 3 годин. Корпус фрези – із сталі 40Х. Номер конуса хвостовика № 3. Фреза встановлюється в спеціальне оправляння з кріпленням хвостовика.

Кути канавок чергуються через зуб. Кількість канавок - 6 штук:

- кут нахилу гвинтової канавки для парних зубів : $\omega = 36^\circ$;

- кут нахилу гвинтової канавки для непарних зубів : $\omega = 38^\circ$.

2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1 Принцип роботи трикулачкового самоцентруючого патрону

Пристрій і принцип роботи.

Патрон за допомогою тяги, що проходить через отвір шпинделя, приєднується до силового приводу. При правильному з'єднанні патрона з приводом рух штока, в напрямку від силового приводу, має припинитися через упору поршня приводу в торець, а не упору в корпус патрона, і між торцем штока і корпусом патрона повинен залишатися зазор 0,5-10 мм.

2.2 Розрахунок трикулачкового самоцентруючого патрону

Для розрахунку патрона візьмемо найбільш важкі умови обробки. Такі умови виникають на операції 020 (перехід 1). Сила різання $P_z = 1228,9$ Н.

Проводимо розрахунок зусилля затиску.

У процесі обробки заготовки на неї впливає система сил (рис. 2.1). З одного боку діють складові сили різання, які прагнуть вирвати заготівлю з кулачків, з іншого – сила затиску, що перешкоджає цьому. З умови рівноваги моментів даних сил і з урахуванням коефіцієнта запасу визначаються необхідні затискні і вихідні зусилля.

Сумарний крутний момент від дотичній складової сили різання:

$$M_p = \frac{P_z \cdot d}{2} = \frac{1228,9 \cdot 110}{2} = 67589,5 \text{ Н} \cdot \text{м}; \quad (18)$$

$$M_p = 67,6 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (19)$$

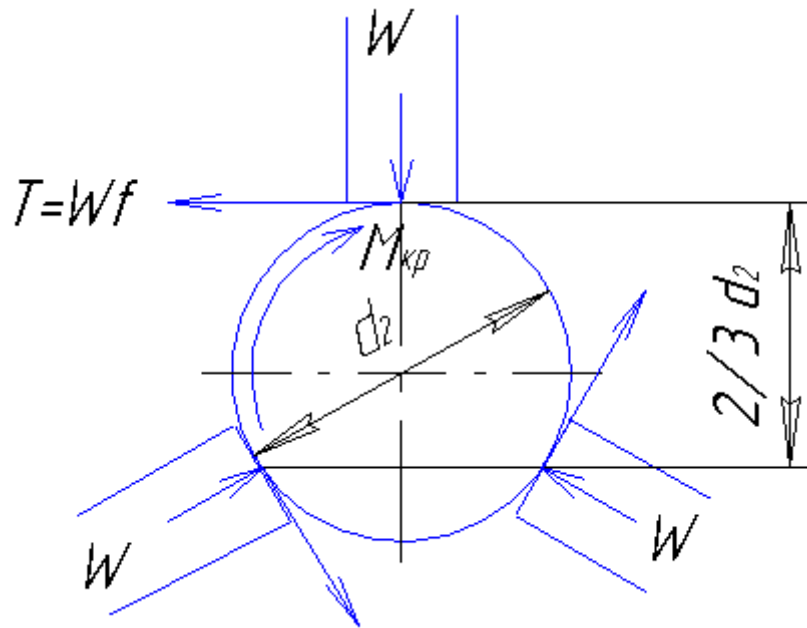


Рисунок 2.1 – Система сил що впливає на заготовку

Момент сили затиску:

$$M_з = \frac{T \cdot d_2}{2} = \frac{W \cdot f \cdot d_2}{2}; \quad (20)$$

$$W = \frac{2 \cdot k \cdot M_p}{f \cdot d_2} = \frac{2 \cdot k \cdot P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2}; \quad (21)$$

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \quad (22)$$

де K_0 – гарантований коефіцієнт запасу;

K_1 – коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання через випадкових нерівностей на оброблюваних поверхнях заготівлі;

K_2 – коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання внаслідок затуплення різального інструменту;

K_3 – коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання при переривчастому різанні;

K_4 – характеризує сталість сили, що розвивається затискним механізмом;

K_5 – характеризує ергономіку немеханізованого приводу, для механізованого приводу.

$$K_0 = 1,5; K_1 = 1,2; K_2 = 1; K_3 = 1; K_4 = 1; K_5 = 1.$$

$$\kappa = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,8;$$

f – коефіцієнт тертя між заготовкою і змінним кулачком.

$$f = 0,16 \div 0,18;$$

$$W = \frac{2 \cdot 1,8 \cdot 1228,9 \cdot 110}{0,17 \cdot 110} = 26023,7 H;$$

$$M_z = \frac{26023,7 \cdot 0,17 \cdot 110}{2} = 243,3 H \cdot m.$$

Величина зусилля затиску W_1 , що прикладається до постійних кулачкам кілька збільшується в порівнянні з зусиллям W і розраховується за формулою:

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left(\frac{3 \cdot l_k}{H_k} \cdot f_1 \right)}, \quad (23)$$

де l_k - виліт кулачка, відстань від середини робочої поверхні змінного кулачка до середини направляючої постійного кулачка, мм;

H_k - довжина направляючої постійного кулачка, мм.

$$l_k = 65 \text{ мм. } H_k = 80 \text{ мм.}$$

$$W_1 = \frac{26023,7}{1 - \left(\frac{3 \cdot 65}{80} \cdot 0,1 \right)} = 34411,5 H. \quad (24)$$

Розрахунок затискного пристрою.

При розрахунку затискного механізму визначається зусилля Q , створюване силовим приводом, яке затискним механізмом збільшується і передається постійному кулачку:

$$Q = \frac{W_1}{i_c}, \quad (25)$$

де i_c - передавальне відношення по силі затискного механізму.

Дане відношення для клинового механізму одно:

$$i_c = \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \operatorname{tg}(\varphi_1)}, \quad (26)$$

де α – кути нахилу клина, $\alpha=15^\circ$;

φ, φ_1 – кути тертя на поверхнях кулачка і втулки визначаються за формулою:

$$\varphi = \arctg(f_1) = \arctg(0,1) = 3^\circ 43' ;$$

можна прийняти $\varphi = \varphi_1 = 6^\circ$;

$$i_c = \frac{1}{\operatorname{tg}(15^\circ + 6^\circ) + \operatorname{tg}(6^\circ)} = 2,1 ;$$

$$Q = \frac{34411,5}{2,1} = 16386,4 \text{ Н}.$$

Розрахунок силового приводу.

Діаметр поршня пневмоциліндра розраховується за формулою:

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{P}}, \quad (27)$$

де P – надлишковий тиск повітря, МПа; $P = 0,4$.

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{16386,4}{0,4}} = 228,7 \text{ мм}.$$

Хід поршня розраховується за формулою:

$$S_Q = \frac{S_w}{i_n}, \quad (28)$$

де S_w – вільний хід кулачків, мм ; $S_w=5$;

i_n – передавальне відношення затискного механізму по переміщенню;

$$i_n = \frac{1}{i_c} = \frac{1}{2,1} = 0,47 ;$$

$$S_Q = \frac{5}{0,47} = 10,6 \text{ мм}.$$

Значення S_Q приймати з запасом $10 \div 15$ мм. Значить $S_Q = 22$ мм.

3 ЕКОНОМІКА І ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА

3.1 Вихідні дані для проектування

Деталь «Циліндр», матеріал – сталь: ЭП678-ВД (03Х11Н10М2Т-ВД).

Річна програма випуску $\Pi=1000$ штук. Річна трудомісткість робіт – 100000 н/ч. Режим роботи: 2-х змінний. Коефіцієнт завантаження – 0,8.

Маса заготовки – 4,79 кг. Маса готової деталі – 0,56 кг.

Вартість 1 т = 109990 грн., 1 кг = 109,99 грн.

Номінальний річний фонд часу роботи обладнання.

Номінальний річний фонд часу роботи обладнання визначається виходячи з 40 год. робочого тижня, 8-святкових і 254 робочих дня в році.

$$\Phi_{\text{но}} = (365 - 112) \cdot 8 \cdot 2 = 4048 \text{ год.}$$

Приймаємо дійсний фонд часу роботи обладнання: $F_d = 3890$ год.

Таблиця 3.1 – Технологічний процес механічної обробки

Номер і найменування операції	Розряд робіт	Верстат		Трудомісткість операції, хв
		Тип	Модель	Штучний час
010 Токарна з ЧПУ	3	Токарний з ЧПУ	АТ-320	10
015 Токарна з ЧПУ	4	Токарний з ЧПУ	16K20Ф3С32	20
020 Токарна з ЧПУ	4	Токарний з ЧПУ	16K20Ф3С32	20
025 Токарна з ЧПУ	5	Токарний з ЧПУ	16K20Ф3С32	15
030 Токарна з ЧПУ	5	Токарний з ЧПУ	16K20Ф3С32	15
035 Свердлильна з ЧПУ	4	Свердл. –фрезерний з ЧПУ	МА655А1	15
040 Свердлильно- фрезерна	5	Свердл. –фрезерний з ЧПУ	МА655А1	25
045 Токарна з ЧПУ	5	Токарний з ЧПУ	SPT-16NC	15
050 Шліфувальна з ЧПУ	5	Шліфувальний з ЧПУ	“Studer”	15
055 Шліфувальна з ЧПУ	5	Шліфувальний з ЧПУ	“Studer”	15
Разом, хв				165

3.2 Виробничий план

Визначення річної наведеної програми випуску ділянки:

$$N_{npj} = (T \cdot 60) / t_{шт} = (100000 \cdot 60) / 165 = 36363 \text{ шт}, \quad [4, \text{ с. } 9]$$

Вибір типу виробництва.

$$K_c = F_o / T_{cp} \cdot N_j = 3890 / (0,275 \cdot 1000) = 14.1 - \text{серійне виробництво}; [3, \text{ с. } 9]$$

$$T_{cp} = 0,275 \text{ ч} - \text{середні витрати на операцію ТП};$$

$$N_j = 1000 \text{ шт} - \text{програма випуску } j\text{-й деталі};$$

$$F_o = 3890 \text{ ч.} - \text{ефективний фонд часу одиниці обладнання.}$$

Визначення необхідної кількості технологічного обладнання.

$$C_p = \frac{t_{ш-к} \cdot N_{пр}}{F_d \cdot 60}. \quad (29)$$

Коефіцієнт завантаження

$$\eta_z = \frac{C_p}{C_{пр}}; \quad (30)$$

де C_p - розрахункова кількість обладнання

$C_{пр}$ - прийнята кількість устаткування.

Розрахунок кількості токарних верстатів з ЧПУ АТ-320:

$$C_{\text{ток.р.}} = -\frac{10 \cdot 36363}{3890 \cdot 60} = 1.55 \text{ шт}; \text{ тоді } C_{\text{ток.}} = 2; \eta_z = \frac{1.55}{2} = 0,77$$

Розрахунок кількості токарних верстатів з ЧПУ 16K20Ф3С32:

$$C_{\text{ток.р.}} = -\frac{70 \cdot 36363}{3890 \cdot 60} = 10.9 \text{ шт}; \text{ тоді } C_{\text{ток.}} = 11; \eta_z = \frac{10.9}{11} = 0,99$$

Розрахунок кількості свердлильно-фрезерних верстатів з ЧПУ МА655А1:

$$C_{\text{св.-фр.}} = -\frac{40 \cdot 36363}{3890 \cdot 60} = 6.23 \text{ шт}; \text{ тоді } C_{\text{св.-фр.}} = 7; \eta_z = \frac{6.23}{7} = 0,89$$

Розрахунок кількості токарних верстатів з ЧПУ SPT-16NC:

$$C_{\text{ток.р.}} = -\frac{15 \cdot 36363}{3890 \cdot 60} = 2.33 \text{ шт}; \text{ тоді } C_{\text{ток.}} = 3; \eta_z = \frac{2.33}{3} = 0,77$$

Розрахунок кількості шліфувальних верстатів з ЧПУ "Studer":

$$C_{\text{шліф.}} = -\frac{30 \cdot 36363}{3890 \cdot 60} = 4.67 \text{ шт.}; \text{ тоді } C_{\text{шліф.}} = 5; \eta_{\text{с}} = \frac{4.67}{5} = 0.93$$

Розрахунок кількості ділянок

Кількість ділянок визначається за формулою [4,стр.13]:

$$Y_{\text{Роз}} = \frac{C_{\text{Ц min}}}{C_{\text{ПР}}}; \quad (31)$$

де $C_{\text{Ц min}}$ - мінімальне значення кількості обладнання для цеху з [9,стр.12,табл.5];

$$Y_{\text{Роз}} = \frac{168}{26} = 6.46 \text{ діл.} \Rightarrow Y_{\text{пр}} = 6 \text{ діл.}$$

Загальна кількість верстатів в цеху: $C_{\text{Ц}} = 168 \text{ шт.}$

Таблиця 3.2 - Розрахунок необхідної кількості обладнання

Найменування обладнання	Модель	Вага верстата, кг	Трудомісткість операцій, н-ч	Трудомісткість річної програм., н. ч.	Річний ефект. фонд часу роботи одного верстата, ч.	Запланований коефіцієнт виконання норм	Розрахункова кількість верстатів	Прийняте кількість верстатів	Коефіцієнт завантаження	Потужність ЕД, кВт одного верстата	Потужність ЕД, кВт всіх верстатів	Категорія ремонтної складності одиниці	Категорія ремонтної складності всіх верстатів	Первісна вартість верстата, т. грн.	Первісна вартість всіх верстатів, т. грн.	Відрахування в рем. Фонд, %	Відрахування в рем. Фонд, т. грн.	Амортизаційні відрахування на повне відновлення, %	Амортизаційні відрахування на повне відновлення, т. грн.
Ток. з ЧПУ	AT-320	5000	0,16	6060,5	3890	1	1,55	2	0,77	7,5	15	42	84	130	260	2	5,2	6,7	17,42
	16K20	4500	1,16	42423,5			10,9	11	0,99	10	110		462	120	1320		26,4		88,44
	SPT-16	4500	0,25	9090,75			2,33	3	0,77	7	21		126	150	450		9		30,15
Шліфув. з ЧПУ	Studer	5000	0,5	18181,5	3890	1	4,67	5	0,93	7	35	44	220	500	2500	2	50	6,7	167,5
Сверфрез з ЧПУ	MA655 A1	5000	0,66	24242	3890	1	6,23	7	0,89	8	56	42	294	120	840	2	16,8	6,7	56,28
Разом																			
по ділянці		24000	2,75	99998,25			25,7	28	0,87	39,5	237		1186		5370		107,4		359,79
по цеху		144000	16,6	599989,5			154,2	168		237	1422		7116		32220		644,4		2158,7

Визначення потрібної кількості устаткування допоміжних служб

Передбачаємо: а) майстерня по ремонту устаткування. Кількість верстатів 6 шт. (3,5 % від основних); б) відділення РЕМПІРІ: 3 станка (розподіл, як і в пункті 1). в) Заточное відділення: 6 верстата (при дрібносерійному виробництві і 200 основних верстатів). д) Число верстаків в ремонтній майстерні приймаємо 5 одиниць (30 % від одиниць устаткування групи механіка).

Таблиця 2.3 - Потрібна кількість устаткування допоміжних служб

Найменування обладнання	Модель	Кількість одиниць	Потужність ЕД, кВт одного верстата	Потужність ЕД, кВт всіх верстатів	Категорія ремонтної складності одиниці	Категорія ремонтної складності всіх верстатів	Первісна вартість верстата, т. грн.	Первісна вартість всіх верстатів, т. грн.	Відрахування в рем. Фонд, %	Відрахування в рем. Фонд, т. грн.	Амортизаційні відрахування на повне відновлення, %	Амортизаційні відрахування на повне відновлення, т. грн.
Майстерня з ремонту устаткування												
Ток-вент.	1К62	2	10	20	19	38	130	260	2	5,2	6,7	17,42
Свердл.	2Н125	2	2,2	4,4	12	24	42	84	2	1,68	6,7	5,628
Фрез.	FA5A-U	1	7,5	7,5	23	23	450	450	2	9	6,7	30,15
Шліф.	372Б	1	7,4	7,4	32	32	300	300	2	6	6,7	20,1
Разом		6		39,3		117		1094		21,88		73,298
Відділення РЕМПІРІ												
Ток-вент.	1К62	1	10	10	19	19	130	130	2	2,6	6,7	8,710
Свердл.	2Н125	1	2,2	2,2	12	12	42	42	2	0,84	6,7	2,814
Шліф.	372Б	1	7,4	7,4	32	32	300	300	2	6	6,7	20,1
Разом		3		19,6		63		472		9,44		31,624
Заточне відділення												
Заточ. опер.	ЗУ10В	6	1,1	6,6	30	180	300	1800	2	36	6,7	120,6
Разом		6		6,6		180		1800		36		120,6
Всього		15		65,5		360		3366		67,32		225,5

3.3 Визначення складу та чисельності працюючих цеху

Розрахунок облікової чисельності основних робочих по трудомісткості механічної обробки по кожній професії і розряду:

$$P_o = \frac{N_e \cdot t_i}{\Phi_{\varepsilon} \cdot K_{\text{вн}} \cdot K_m} \quad (32)$$

де P_o - спискова чисельність робітників відповідної професії та розряду;

N_e - наведена програма випуску, шт.;

t_i - трудомісткість виконання і-й операції, хв.;

Φ_{ε} - ефективний фонд часу роботи одного робітника в рік, ч;

$K_{\text{вн}}$ - коефіцієнт виконання норм;

K_m - коефіцієнт багатоверстатного обслуговування (середня кількість верстатів, що обслуговуються одним робочим).

Таблиця 3.4 Чисельність основних робітників за професіями і розрядами

Професія робочих	Роз- ряд	Нормований час на річну програму, год	Облікова чисельність робітників	
			розрахункова	прийнята
Токар	4	57574,7	35,1	35
Свердлувальник	5	18181,5	14,78	15
Шліфувальник	5	24242	11,08	12
Разом по ділянці		99998,2		62
Всього по цеху		599989,5		372

$$P_1 = \frac{36363 \times 95}{1640 \times 1 \times 1 \times 60} = 35.1 \text{ – приймаємо 35 осіб;}$$

$$P_2 = \frac{36363 \times 40}{1640 \times 1 \times 1 \times 60} = 14.78 \text{ – приймаємо 15 осіб;}$$

$$P_3 = \frac{36363 \times 30}{1640 \times 1 \times 1 \times 60} = 11.08 \text{ – приймаємо 12 людини;}$$

Розрахунок чисельності допоміжних робітників.

$$P_o = (R_e \cdot S \cdot K_{\text{пер}}) / N_o \quad (33)$$

де $K_{пер} = \Phi_n / \Phi_s = 2024 / 1640 = 1,23$ – коефіцієнт відношення списочного складу робочих к явочному.

$$P_0 = (7476 \times 2 \times 1,23) / 600 = 30,65; \quad P_0 = 31 \text{ люд}$$

$$P_0 = (7476 \times 2 \times 1,23) / 1000 = 18,39; \quad P_0 = 19 \text{ люд}$$

Таким чином розраховуються інші робочі

R_e - кількість одиниць ремонтної складності устаткування, встановленого в цеху;

$$R_e = 7166 + 360 = 7476 \text{ рем.од.}$$

Таблиця 3.5 – Чисельність робітників

Категорія	Загальна кількість	I зміна 55%	II зміна 45%
Основні робочі	372	205	167
Допоміжні робітники	239	132	107
ІТП	55	31	24
Службовці + МОП	4+5	2	2
Учні	7	4	3
РАЗОМ:	620	342	277

3.4. Розрахунок площі цеху

$$S_{ц} = S_{осн} + S_{доп} + S_{об} = 3360 + 1211 + 720 = 5291 \text{ м}^2;$$

$$S_{іні} = C \cdot (R_1 + R_2) = 168 \cdot (18 + 2) = 3360 \text{ м}^2;$$

$C = 150$ - кількість верстатів в цеху;

$R_1 = 18 \text{ м}^2$ - питома площа на одиницю обладнання;

$R_2 = 2 \text{ м}^2$ - питома допоміжна площа на одиницю обладнання;

$$S_{доп} = S_{рем.м} + S_{скл} + S_{ирк} + S_{ремпрі} + S_{зат.від} + S_{контр} = 200 + 504 + 67 + 100 + 150 + 190 = 1211 \text{ м}^2$$

$$S_{рем.м} = 200 \text{ м}^2 \text{ (8 верстатів по } 25 \text{ м}^2 \text{)};$$

$$S_{склада} = 504 \text{ м}^2 \text{ (15\% от } S_{осн} \text{)};$$

$$S_{ирк} = 67 \text{ м}^2 \text{ (0.4 м}^2 \text{ на верстат)};$$

$$S_{\text{ремпрі}} = 100 \text{ м}^2 \text{ (4 верстата по } 25 \text{ м}^2 \text{)};$$

$$S_{\text{зат.вїд}} = 150 \text{ м}^2 \text{ (6 верстата по } 25 \text{ м}^2 \text{)};$$

$$S_{\text{контр}} = 190 \text{ м}^2 \text{ (5 м}^2 \text{ на людину)};$$

$$S_{\text{обсл}} = 720 \text{ м}^2 \text{ (площа побутових і конторських приміщень)}.$$

3.5 Основні техніко-економічні показники цеху

Основні фонди цеху (основний капітал).

Вартість будівель:

$$\Phi_{\text{зд}} = S \cdot C_{\text{м}} = 5291 \cdot 600 = 3174600 \text{ грн.}$$

$S = 5291 \text{ м}^2$ - площа цеху;

$C_{\text{м}} = 600 \text{ грн.}$ - вартість 1 м^2 будівлі;

Вартість силового обладнання:

$$\Phi_{\text{с}} = C_{\text{с}} \cdot N_{\text{у}} = 5000 \cdot 1487.5 = 3718750 \text{ грн.}$$

$N_{\text{у}} = 1487.5 \text{ кВт}$ - сумарна потужність всіх ЕД в цеху;

$C_{\text{с}} = 2500 \text{ грн/кВт}$ - вартість 1 кВт встановленої потужності;

Таблиця 3.6 - Основний капітал

Найменування основних фондів	Первісна вартість, грн.	Відрахування в рем. фонд		Амортиз. відрахування	
		% відрахувань	грн.	% відрахувань	грн.
Будівлі та споруди	3174600	2	63492	1.2	38095
Силові машини і обладнання	3718750	2	74375	4.2	156187
Робочі машини й устаткування: -технологічні, -допоміжних служб цеху	16110000	2	322200	6,7	1079370
	3333000	2	66660	6,7	223311
Транспортні засоби	448200	2	8964	12.5	56025
Інструменти і пристосування	896400	2	17928	20	179280
Виробничий і господарський інвентар	179280	2	3585,6	9	16135,2
РАЗОМ:	27860230		557204		1784403

Всього: основний капітал 27860230 грн.

3.6 Собівартість продукції.

Таблиця 3.7 - Витрати на основні матеріали.

Найменування деталі	Марка матеріалу	Планова заготівельна ціна 1 тонни, грн.	Вага деталі, кг.		Наведена річна програма
			чорнова	чистов а	
Циліндр	ЭП678У-ВД	109990	4,79	0,56	1000

Загальна вартість		Відходи				Вартість осн. матеріалів (без відходів)
Вага, т.	Сума	Вага на 1 деталь, кг	Вага на прогр., т.	Вартість за тонну, грн.	Затр. на прогр., грн.	
1045,07	526860	4,23	922,89	22000	93060	433800

Розрахунок фондів заробітної плати робітників.

Фонд заробітної плати робітників-відрядників:

$$Z_{np.c} = \sum_{i=1}^n C_{час} \cdot N_{\epsilon} \cdot t_i \quad (34)$$

де $N_{\epsilon} = 36363_{шт}$ - Річна програма ділянки;

t_i - трудомісткість виконання і-й операції;

$C_{час}$ - годинна тарифна ставка;

$$Z_1 = 15 \times 36363 \times 0,16 = 87271,2 \text{ грн.}$$

$$Z_2 = 15 \times 36363 \times 0,3 = 163633 \text{ грн.}$$

$$Z_3 = 15 \times 36363 \times 0,3 = 163633 \text{ грн.}$$

$$Z_4 = 15 \times 36363 \times 0,25 = 136361 \text{ грн.}$$

$$Z_5 = 15 \times 36363 \times 0,25 = 136361 \text{ грн.}$$

$$Z_6 = 15 \times 36363 \times 0,25 = 136361 \text{ грн.}$$

$$Z_7 = 10 \times 36363 \times 0,4 = 145452 \text{ грн.}$$

$$З_8 = 15 \times 36363 \times 0,25 = 136361 \text{ грн.}$$

$$З_9 = 15 \times 36363 \times 0,25 = 136361 \text{ грн.}$$

$$З_{10} = 15 \times 36363 \times 0,25 = 136361 \text{ грн.}$$

$$З_{пр.с} = 1378155 \times 6 = 8268930 \text{ грн, (по цеху)}$$

Фонд заробітної плати робітників-почасових:

$$З_{пр.п} = C_{час} \cdot \Phi_{эф} \cdot P_{всп} \quad (35)$$

де $\Phi_{эф} = 1640 \text{ ч / з}$ - ефективний фонд часу робітників-почасових;

$$З_{пр.п}^1 = 4 \times 1640 \times 8 = 52480 \text{ грн.}$$

$$З_{пр.п}^2 = 6 \times 1640 \times 16 = 157440 \text{ грн.}$$

$$З_{пр.п}^3 = 8 \times 1640 \times 56 = 734720 \text{ грн.}$$

$$З_{пр.п}^4 = 10 \times 1640 \times 45 = 738000 \text{ грн.}$$

$$З_{пр.п}^5 = 11 \times 1640 \times 11 = 198440 \text{ грн.}$$

Таблиця 3.8 - Калькуляція собівартості продукції (1000 шт).

Найменування статей витрат	Витрати, грн.	
	На одиницю	На весь випуск
1. Основні матеріали	526,86	526860
2. Зворотні відходи	93,06	93060
Разом прямих матеріальних витрат	433,8	433800
3. Основна з/п основних робочих	66,49	66490
4. Додаткова з/п основних робочих	19,95	19950
5. Відрахування на соц. потреби	34,01	34010
Разом змінних витрат	554,25	554250
6. Витрати на утримання і експлуатацію устаткування	134,7	134700
7. Загальновиробничі витрати	332,43	332430
8. Загальногосподарські витрати	199,46	199460
Виробнича собівартість	1220,84	1186810
9. Позавиробничі витрати	23,74	23740
Разом постійні витрати	690,33	690330
Повна собівартість (С)	1244,58	1244580
Ціна продукції	1688,89	1688890

Собівартість всього обсягу:

$$C = Z_{\text{пост}} + Z_{\text{пер}} \cdot N = 690330 + 554,25 \times 1000 = 1244580 \text{ грн.}$$

Собівартість одиниці продукції:

$$C_{\text{ед}} = Z_{\text{пер}} + \frac{Z_{\text{пост}}}{N} = 554,25 + 690330 / 1000 = 1244,58 \text{ грн.}$$

Оборотні кошти (оборотний капітал).

$$\begin{aligned} \text{Об.к.} &= \frac{O_{\text{см}}}{T_{\text{пл}}} \cdot H_{\text{м}} + \frac{C}{T_{\text{пл}}} \cdot H_{\text{нзн}} + \frac{C}{T_{\text{пл}}} \cdot H_{\text{зн}} = \frac{433800}{253} \cdot 10 + \frac{1244580}{253} \cdot 5 + \frac{1244580}{253} \cdot 2 = \\ &= 58581,26 \text{ грн.} \end{aligned}$$

$O_{\text{см}} = 433800$ грн.- витрати на матеріали;

$T_{\text{пл}} = 253$ днів - величина планового періоду;

$H_{\text{м}} = 10$ днів - норма запасу на матеріал;

$C = 1244580$ грн.- собівартість річного обсягу продукції;

$H_{\text{нзн}} = 5$ днів - норматив на незавершене виробництво;

$H_{\text{зн}} = 2$ днів - норматив запасу готової продукції.

Виробничий капітал.

$$Пк = Оск. + Об.к. = 27860230 + 58581,26 = 27918811,26 \text{ грн.}$$

Фінансовий план.

Ціна продукції:

$$\begin{aligned} Ц_{\text{ед}} &= (C + 0,15C) \cdot 0,18 + (C + 0,15C) = (1244,58 + 0,15 \times 1210,55) \times 0,18 + (1244,58 + \\ &0,15 \times 1244,58) = 1688,89 \end{aligned}$$

Таблиця 3.9 Розрахунок планової суми балансового прибутку

Показники	Величина, грн.
1. Виторг: $Ц_{\text{ед}} \cdot N_{\text{прив}}$	$1688,89 \times 1000 = 1688890$
2. ПДВ (18/118)	$1688890 \times 18/118 = 257627,28$
3. Повна собівартість	1244580
4. Прибуток від реалізації продукції	186682,72
5. Доходи від позареалізаційної діяльності	-
Разом: балансовий прибуток	186682,72

3.7 Графік досягнення беззбитковості.

$$N_{\text{без}} = \frac{Z_{\text{пост}}}{C_{\text{ед}} - \frac{18}{118} \cdot C_{\text{ед}} - Z_{\text{пер}}} = \frac{690330}{1688,89 - 554,25} = 608,4 \text{ шт.}$$

$Z_{\text{пост}}$ - постійні витрати, певні на обсяг виробництва;

$C_{\text{ед}}$ - ціна одиниці продукції;

$Z_{\text{пер}}$ - змінні витрати на одиницю продукції.

Виручка, млн.грн.

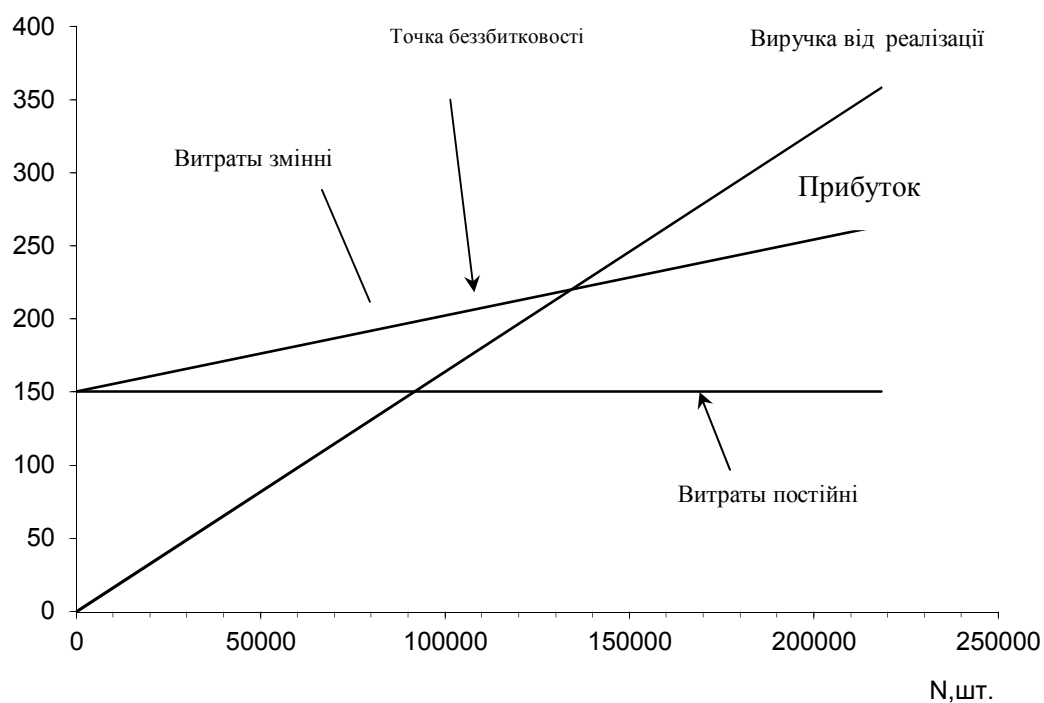


Рисунок 3.1 – Графік досягнення беззбитковості

Рентабельність проекту.

$$P_{\text{прод}} = \frac{\text{Пр.баланс}}{C} \cdot 100\% = \frac{186682,72}{1244580} \cdot 100 = 15,00\%$$

4 ПРОЕКТУВАННЯ ЦЕХУ

4.1 Вихідні дані для проектування

Деталь «Цилиндр»,

матеріал - сталь: ЭП678-ВД (03Х11Н10М2Т-ВД)

Річна програма випуску $\Pi = 1000$ штук .

Річна трудомісткість ділянки $T=100000$ н/ч в год.

Режим роботи: 2-х змінний. Коефіцієнти завантаження - 0,8.

Маса заготовки - 4,79 кг. Маса готової деталі - 0,56 кг .

4.2 Режим роботи цеху і фонди часу роботи обладнання і робочих

Режим роботи цеху.

Приймаємо 2-х змінний режим роботи, тобто $q = 2$.

Номінальний річний фонд часу роботи обладнання.

Номінальний річний фонд часу роботи обладнання визначається виходячи з 40 год. Робочого тижня, 8-святкових і 254 робочих дня в році.

$$F_{\text{но}} = (365-112) \cdot 8 \cdot 2 = 4048 \text{ год.}$$

Дійсний річний фонд часу роботи обладнання

Приймаємо дійсний фонд часу роботи обладнання: $F_d = 3890$.

Таблиця 4.1- Фонди часу роботи робітників

Тривалість робочого тижня, год.	Номінальний фонд часу, год.	Тривалість відпустки, днів	Втрати номінального фонду часу, %	Дійсний фонд часу $F_{\text{мн}}$, год
40	2024	24	12	1781
		36	13	1761
		48	14	1741

4.3 Технологічні процеси і нова техніка. Основні положення по організації виробництва на ділянці.

Спосіб отримання заготовки: У проектованому техпроцесі заготовлює прутки, з якого отримують заготовки.

Характер вибраного обладнання: В якості технологічного обладнання прийнято встаткування- верстати з ЧПУ.

Таблиця 4.2-Відомість трудомісткості деталі «Циліндр»

№	Назва операції	№ оп.	Т шт. (хв.)	Тип обладнання
1.	Заготівельна.Токарна з ЧПУ	5	10	АТ-320
2.	Токарна з ЧПУ	10	20	16K20Ф3С32
3.	Токарна з ЧПУ	20	20	16K20Ф3С32
5.	Токарна з ЧПУ	50	15	16K20Ф3С32
6.	Токарна з ЧПУ	60	15	16K20Ф3С32
7.	Свердлильна з ЧПУ	70	15	МА655А1
8.	Свердлильно- фрезерна з ЧПУ	80	25	МА655А1
9.	Токарна з ЧПУ	90	15	SPT-16NC
11.	Шліфувальна з ЧПУ	110	15	“Studer”
12.	Шліфувальна з ЧПУ	120	15	“Studer”

Загальний час за типом обладнання:

Токарний верстат з ЧПУ АТ-320 : 10 хв.

Токарний верстат з ЧПУ 16K20Ф3С32 : 70 хв.

Свердлильно-фрезерний верстат з ЧПУ МА655А1 : 40 хв.

Токарний верстат з ЧПУ SPT 16NC : 15 хв.

Шліфувальний верстат з ЧПУ «Studer» : 30 хв.

Загальний час : $t_{\Sigma} = 165$ хв.

Визначення коефіцієнта закріплення операцій:

$$K_{з.о.} = (F_d \cdot 60 \cdot n \cdot \eta) / (t_{\Sigma} \cdot \Pi) = (3890 \cdot 60 \cdot 10 \cdot 0,8) / (165 \cdot 1000) = 11,31$$

Коефіцієнт закріплення операцій $10 \cdot 20 < K_{з.о.} = 10 \cdot 20 < 11,31$ тобто серійне [8, с. 9]

Визначення наведеної програми.

Наведена програма ділянки визначається за формулою [1, с.10]:

$$N_{пр} = \frac{T_{\Sigma_{уч}} \cdot 60}{t_{ш-к \Sigma}} = \frac{100000 \cdot 60}{165} = 36363,6 \text{ шт.}$$

4.4 Розрахунок технологічного обладнання.

$$C_p = \frac{t_{ш-к} \cdot N_{пр}}{F_d \cdot 60}. \quad (36)$$

Коефіцієнт завантаження

$$\eta_z = \frac{C_p}{C_{пр}}; \quad (37)$$

де C_p - розрахункова кількість обладнання

$C_{пр}$ - прийнята кількість устаткування.

Розрахунок кількості токарних верстатів з ЧПУ АТ-320 :

$$C_{ток.р.} = -\frac{10 \cdot 36363}{3890 \cdot 60} = 1,55 \text{ шт; тоді } C_{ток.} = 2; \eta_z = \frac{1,55}{2} = 0,77$$

Розрахунок кількості токарних верстатів з ЧПУ 16K20Ф3С32 :

$$C_{ток.р.} = -\frac{70 \cdot 36363}{3890 \cdot 60} = 10,9 \text{ шт; тоді } C_{ток.} = 11; \eta_z = \frac{10,9}{11} = 0,99$$

Розрахунок кількості свердлильно-фрезерних верстатів з ЧПУ МА655А1 :

$$C_{ток.р.} = -\frac{40 \cdot 36363}{3890 \cdot 60} = 6,23 \text{ шт; тоді } C_{ток.} = 7; \eta_z = \frac{6,23}{7} = 0,89$$

Розрахунок кількості токарних верстатів з ЧПУ SPT-16NC :

$$C_{\text{ток.р.}} = -\frac{15 \cdot 36363}{3890 \cdot 60} = 2.33 \text{ шт; тоді } C_{\text{ТОК.}} = 3; \eta_z = \frac{2.33}{3} = 0,77$$

Розрахунок кількості шліфувальних верстатів з ЧПУ “Studer” :

$$C_{\text{ток.р.}} = -\frac{30 \cdot 36363}{3890 \cdot 60} = 4.67 \text{ шт; тоді } C_{\text{ТОК.}} = 5; \eta_z = \frac{4.67}{5} = 0,93$$

Таблиця 4.3 - Відомість устаткування ділянки.

№	Найменування	Модель	t _{ш-к} хв	C _{роз}	C _{пр} шт,	η _з
1	Токарні	AT-320	10	1,55	2	0,77
		16K20Ф3С32	70	10,9	11	0,99
		SPT-16NC	15	2,33	3	0,77
2	Шліфувальні	“Studer”	30	4,67	5	0,93
3	Свердлильно-фрезерні	MA655A1	40	6,23	7	0,89
Всього:			165	25,7	28	середній:0,87

Розрахунок кількості обладнання цеху

Розрахунок кількості ділянок

Кількість ділянок визначається за формулою [4,с.13]:

$$Y_{\text{роз}} = \frac{C_{\text{ц min}}}{C_{\text{пр}}}; \quad (38)$$

де C_{ц min} - мінімальне значення кількості обладнання для цеху з [4,с.13,табл.5];

$$Y_{\text{роз}} = \frac{168}{26} = 6,46 \text{ діл.} \Rightarrow Y_{\text{пр}} = 6 \text{ діл.}$$

Загальна кількість верстатів в цеху: C_ц=168 шт.

Таблиця 4.4 - Відомість металообробного обладнання механічного цеху

№	Найменування обладнання	Модель	Кількість верстатів	Рем. складність, РЕ.		Потужність, кВт.	
				1 ст.	Загальна	1 ст.	Загальна
1	Токарні з ЧПУ	AT-320 16K20Ф3С32 SPT-16NC	2·6= 12 11·6= 66 3·6= 18	42	42·12=504 42·66=2772 42·18=756	7,5 10 7	7,5·12=90 10·66=660 18·7=128
2	Шліфувальні з ЧПУ	Studer	5·6=30	44	1320	7	210
3	Свердлильно-фрезерні з ЧПУ	MA655A1	7·6=42	42	1764	6,8	285.6
Σ			168		7 116		1 373,6

4.5 Розрахунок вантажообігу механічного цеху

Вантажообіг заготовок

$$Q_{ЗАГ} = q_{ЗАГ} \cdot N_{ПР} \cdot Y = 0,00479 \cdot 36363 \cdot 6 = 1045.02 \text{ т.}$$

Вантажообіг деталей

$$Q_{ДЕТ} = q_{ДЕТ} \cdot N_{ПР} \cdot Y = 0.00056 \cdot 36363 \cdot 6 = 122,17 \text{ т.}$$

Загальна маса вантажів, яка транспортується в проміжний склад(ПРОСК) і назад, на ТО і назад,

$$Q_{Пром.ск.} = q_{П/Ф} \cdot N_{ПР} \cdot (i-1) \cdot \eta \cdot Y = 0,002675 \cdot 36363 \cdot 9 \cdot 0,3 \cdot 6 = 1575.79 \text{ т.}$$

$$q_{п/ф} = \frac{q_z + q_d}{2} = \frac{0.00479 + 0.00056}{2} = 0.002675 \text{ т.}$$

Визначення маси виробничих відходів

$$Q_{ВІД} = Q_{ЗАГ} - Q_{ДЕТ} = 1045,02 - 122,17 = 922.89 \text{ т.}$$

Визначення загального (річного) вантажообігу цеху

$$Q_{\text{ЦЕХА}} = (\text{Цех}_{\text{отримує}} + \text{Цех}_{\text{відправляє}}) = 1045.02 + 122.17 + 4 \cdot 1575.79 + 922.89 = 8393.2 \text{ т.}$$

Таблиця 4.5 - Зведена відомість вантажообігу цеху.

Цех отримує		Цех відправляє	
Вантаж	Маса, т	Вантаж	Маса, т
Заготовки	1045,02	Деталі	122,17
Напівфабрикати з ПРОСК	1575,79	Напівфабрикати в ПРОСК	1575,79
Н/ф на ТО	1575,79	Н/ф з ТО	1575,79
		Відходи	922,89
РАЗОМ	4196,6	РАЗОМ	4196,6

4.6 Вибір і розрахунок підйомно-транспортних засобів

Вибір підйомно-транспортних засобів для перевезень всередині цеху.

Як міжопераційного транспортного засобу застосовують ручні візки вантажопідйомністю 0,1 т. [4,с.17].

Вибір підйомно-транспортних засобів для цехових і внутрішньоцехових перевезень

Як междцехового транспортного засобу застосовують електровізки (електрокари) вантажопідйомністю 2 т. І середньою швидкістю пересування 10 км / год. і ручні візки для дрібних вантажів [4,с.18].

Розрахунок підйомно-транспортних засобів для міжцехових і внутрішньоцехових перевезень

$$\Theta = \frac{Q \cdot K_1 \cdot T_9}{Q_9 \cdot K_2 \cdot F_d \cdot 60}; [7, \text{с.89}] \quad (39)$$

де Q - річний вантажообіг, т.

K₁ - коефіцієнт нерівномірності 1,20 [4,с.19];

K_2 - коефіцієнт використання вантажопідйомності $\sim 0,8$ [7,с.89];

Q_{Σ} - вантажопідйомність візка, т;

F_d - дійсний річний фонд часу роботи обладнання.

T_{Σ} - загальний час пробігу електровізка в хв:

$$T_{\Sigma} = T_{\text{пр}} + T_{\text{п}} + T_{\text{р}} + T_3 ; \quad (40)$$

Час пробіжки візка:

$$T_{\text{пр}} = \frac{2 \cdot l}{V} = \frac{2 \cdot 300}{166,7} = 3,6 \text{ хв.}$$

Час навантаження-розвантаження:

$$T_{\text{п}} = T_{\text{р}} = 10 \text{ хв.};$$

Час випадкових затримок:

$$T_3 = 10\% \cdot (T_{\text{пробіг}} + T_{\text{наб}} + T_{\text{розв}}) = 0,1 \cdot (3,6 + 10 + 10) = 2,4 \text{ хв}$$

$$T_{\Sigma} = 3,6 + 10 + 10 + 2,4 = 26 \text{ хв.}$$

$$\Sigma = \frac{8393 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 26}{2 \cdot 0,8 \cdot 3890 \cdot 60} = 0,7 \text{ шт.}$$

$$\Sigma_{\text{ПРИЙНЯТЕ}} = 1 \text{ шт.}$$

4.7 Допоміжні служби цеху

Заточное відділення

Кількість основних верстатів заточного відділення:

$$C_{\text{зат}} = C_{\text{зат.общ}} + C_{\text{зат.спец}} + C_{\text{дов}} ; \quad (41)$$

Заточувальні верстати загального призначення:

$$C_{\text{зат.заг}} = K_{\text{обсл}} \cdot K_{\text{п}} \cdot (C_{\text{цех}} - C_{\text{шл}} - C_{\text{спец}}); \quad (42)$$

де $C_{\text{зат.общ}} = 156$ шт; - загальна кількість обладнання механічного цеху;

$C_{\text{спец}} = 0$ шт. - кількість металорізальних верстатів, для яких потрібне обслуговування спеціальними заточувальні інструментами;

$C_{\text{шл}} = 0$ шт. - кількість верстатів, інструмент яких не підлягає заточенню;

$K_{\text{обсл}} = 0,05$ - коефіцієнт обслуговування металорізальних верстатів [2,с.4,т.1];

$K_{\Pi} = 0,8$ - коефіцієнт, що враховує використання непереточуваних пластин [2, с. 4].

$$C_{\text{зат.заг}} = 0,05 \cdot 0,8 \cdot (168 - 0 - 0) = 6,72 \text{ шт.}$$

Приймаємо $C_{\text{зат.заг}} = 7$ шт.

Заточувальні верстати спеціального призначення:

$C_{\text{зат.спец}} = 0$. Приймається по [6, с.4, т.2].

Фінішні верстати:

$$C_{\text{дов}} = 20\% (C_{\text{зат.общ}} + C_{\text{зат.спец}}) = 0,2 \cdot (7 + 0) = 1,4 \text{ шт.}$$

Приймаємо $C_{\text{дов}} = 2$ шт.

Загальна кількість верстатів заточного відділення:

$$C_{\text{зат}} = 7 + 0 + 2 = 9 \text{ шт.}$$

Площа

$$\text{Площа заточного відділення: } S_{\text{зат}} = 9 \cdot 10 = 90 \text{ м}^2.$$

Відділення ремонту пристроїв та інструменту (РЕМПРІ)

Кількість основних верстатів: $C_{\text{РЕМПРІ}} = 4$ шт. [6, с.10, т.2].

$$\text{Площа відділення РЕМПРІ: } S_{\text{РЕМПРІ}} = 22 \cdot 4 = 88 \text{ м}^2.$$

Цехова ремонтна база (ЦРБ)

Кількість основних верстатів:

$$C_{\text{ЦРБ}} = 8 \text{ шт. [2, с.11]}$$

Площа ЦРБ

$$S_{\text{ЦРБ}} = S_{\text{н}} \cdot C_{\text{ЦРБ}} = 35 \cdot 8 = 280 \text{ м}^2.$$

$S_{\text{н}} = 35 \text{ м}^2$ - норма на верстат [2, с.11].

Площа майстерні з ремонту електроустаткування

$$S_{\text{МРЕ}} = 0,2 \cdot S_{\text{ЦРБ}} = 0,2 \cdot 280 = 56 \text{ м}^2.$$

Площа майстерні по ремонту вентиляції

$$S_{\text{МРВ}} = 0,15 \cdot S_{\text{ЦРБ}} = 0,15 \cdot 280 = 42 \text{ м}^2.$$

Інструментально - роздавальні комори (ІРК)

Площа ІРК розраховуємо за формулою:

$$S_{\text{ІРК}} = S_{\text{н}} \cdot C_{\text{заг}} = 0,5 \cdot 168 = 84 \text{ м}^2;$$

$$S_{\text{н}} = 0,5 \text{ м}^2/\text{од.} - \text{норма на один верстат основного виробництва [6,с.13,т.6].}$$

До площі ІРК додають склада абразивів, як окреме приміщення він не створюється, а його функцію виконує ІРК.

$$S_{\text{абр.}} = S_{\text{н}} \cdot C_{\text{заг.}} = 0,5 \cdot 8 = 4 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{прийняте}} = 6 \text{ м}^2$$

$$\text{Підсумкова площа ІРК: } S_{\text{ІРКзаг.}} = 84 + 6 = 90 \text{ м}^2$$

Контрольне відділення

Площа загальноцехових відділень контролю становить 4 % від виробничої площі цеху.

$$S_{\text{ВІДК}} = 0,04 \cdot 3120 = 125 \text{ м}^2.$$

Служба збору і переробки стружки

Вибираємо механізовану систему збору стружки, з використанням ручної праці, засобів малої механізації та колісного транспорту, що доставляє стружку в контейнерах у відділення переробки.

Площа відділення збору і переробки стружки

$$S_{\text{струж.}} = 95 \text{ м}^2 [6,с.17].$$

Комора складу ПММ

$$S_{\text{СПММ}} = S_{\text{н}} \cdot C_{\text{заг}} = 0,1 \cdot 168 = 16,8 \approx 17 \text{ м}^2.$$

$$S_{\text{н}} = 0,1 \text{ м}^2/\text{од.} [6,с.17].$$

Комора МОТЗ

Площа відділення для приготування і роздачі МОР може бути укрупнено визначена в залежності від кількості металорізального обладнання.

$$S_{\text{МОТЗ}} = 60 \text{ м}^2 [6, \text{с.17}].$$

Трансформаторна підстанція

$$S_{\text{Тр.під.}} = 50 \text{ м}^2 [6, \text{с.26}].$$

Примітка: Якщо площа будь-якого приміщення в цеху з розрахунку менше 6 м^2 , то приймаємо -6 м^2 .

Цехові склади: металу і заготовок, міжопераційний (ПРОСК) і готових деталей

Площа цехового складу металів і заготовок при укрупненому проектуванні [2, с. 21]:

$$F_{\text{ЗАГ}} = \frac{Q \cdot t}{\Phi \cdot q \cdot K_{\text{И}}}, \quad (43)$$

де $Q = 506,25 \text{ т.}$ - чорна вага матеріалів та заготовок протягом року (обробка);

$t = 4 \text{ дн.}$ [2, с. 20, т.8] - норма зберігання матеріалу на складі, дні;

$\Phi = 254 \text{ дн.}$ - кількість робочих днів в році;

$q = 18 \text{ т/м}^2$ [2, с. 21] - допустиме навантаження (вантаженапруженість) на підлогу складу, т/м^2

K - коефіцієнт використання площі складу, що враховує проходи і яким чином будуть завантажуватися транспортного засобу;

$$F_{\text{ЗАГ}} = \frac{1045,02 \cdot 4}{254 \cdot 18 \cdot 0,25} = 3,65 \text{ м}^2$$

Приймаємо $F_{\text{ЗАГ}} = 6 \text{ м}^2$.

ПРОСК

$$F_{\text{ПРОСК}} = \frac{Q \cdot t}{\Phi \cdot K_{\text{И}} \cdot q}; \quad (44)$$

$t = 2 \text{ дн.}$ [6, с.22, т.9];

$Q_{\text{ПРОСК}} = 906,83 \text{ т.};$

$q = 2,2 \text{ т/м}^2$ [6, с.22, т.9];

$K_{\text{И}} = 0,25$ [6, стр.22];

$$F_{\text{ПРОСК}} = \frac{1575.79 \cdot 2}{254 \cdot 0,25 \cdot 2,2} = 22.55 \text{ м}^2$$

Приймаємо $F_{\text{ПРОСК}} = 23 \text{ м}^2$.

Склад готових деталей

$$F_{\text{ДЕТ}} = \frac{Q \cdot t}{\Phi \cdot q \cdot K_H}. \quad (45)$$

$t = 1 \text{ дн. [2, с.22, т.9]}$

$Q_{\text{ДЕТ}} = 357,40 \text{ т.}$

$q = 1,8 \text{ т/м}^2 \text{ [2, с.22, т.9]}$

$K = 0,25 \text{ [2, с.22]}$

$$F_{\text{ДЕТ}} = \frac{122.17 \cdot 1}{254 \cdot 1.8 \cdot 0.25} = 1.06 \text{ м}^2$$

Приймаємо $F_{\text{ДЕТ}} = 6 \text{ м}^2$.

Слюсарне відділення

$$S_{\text{СЛЮС}} = K \cdot S_H \cdot C_{\text{СЛЮС}} = 0,8 \cdot 8 \cdot 25 = 160 \text{ м}^2.,$$

Таблиця 4.6 - Зведена відомість допоміжних площ цеху

№ п/п	Найменування служб	Розрахункова S, м ²
1	Заточне відділення	90
2	Відділення РЕМПРІ	88
3	ЦРБ	280
4	Майстерня з ремонту електроустаткування	56
5	Майстерня по ремонту вентиляції	42
6	ІРК	84
7	Контрольне відділення	125
8	Відділення збору і переробки стружки	95
9	Комора ПММ	17
10	Комора МОТЗ	60
11	Трансформаторна підстанція	50
12	Склад металу і заготовок	6

Продовження табл.4.6

13	ПРОСК	23
14	Склад готових деталей	6
15	Слюсарну відділення	160
	Всього площа допоміжних служб	1 182

4.8 Визначення чисельності працюючих.

Чисельність робітників – верстатників.

Кількість виробничих робітників - верстатників визначаємо за формулою:

$$P_{\text{ВЕР}} = \frac{C_{\text{ц}} \cdot F_{\text{д}} \cdot \eta_{\text{з.ср}}}{F_{\text{д.р.}} \cdot K_{\text{БВ}}} = \frac{168 \cdot 3890 \cdot 0.87}{1781 \cdot 1} = 319 \text{ люд.}$$

$K_{\text{БВ}} = 1$ - коефіцієнт багатOVERстатності [7,с.148].

$F_{\text{д.р.}} = 1781$ – дійсний фонд часу роботи робітників

Кількість слюсарів

Кількість слюсарів визначаємо за формулою:

$$P_{\text{СЛ}} = 0.02 \cdot P_{\text{ВЕР}} = 0.02 \cdot 319 = 6 \text{ люд.}$$

Розрахунок чисельності виробничих робітників:

$$P_{\text{ПР}} = P_{\text{СТ}} + P_{\text{СЛ}} = 319 + 6 = 325 \text{ люд.}$$

Визначення кількості основних робочих, зайнятих в 1 і 2-ю зміни.

В першу зміну: $P_{\text{пр1см}} = 0.55 \cdot P_{\text{пр}} = 0.55 \cdot 319 = 175 \text{ люд.}$

У другу зміну: $P_{\text{пр2см}} = P_{\text{ПР}} - P_{\text{пр1см}} = 319 - 175 = 144 \text{ люд.}$

Чисельність допоміжних робітників

$$P_{\text{ДОП}} = 0,2 \cdot P_{\text{ПР}} = 0,2 \cdot 319 = 64 \text{ люд. [7,с.149]}$$

Чисельність ІТП

$$P_{\text{ИТП}} = 0,11 \cdot P_{\text{ЗАГ}} = 0,11 \cdot (319 + 64) = 42 \text{ люд. [7,с.150]}$$

Визначення кількості лічильно-контторського персоналу:

$$P_{\text{л-к}} = 0.015 \cdot 319 = 5 \text{ люд.}$$

Чисельність службовців

$$P_{\text{Служ}} = 5 \text{ люд. [7,с.150]}$$

Чисельність МОП

$$P_{\text{МОП}} = 0,016 \cdot P_{\text{ПР}} = 0,016 \cdot 319 = 5 \text{ люд. [7,с.150]}$$

Чисельність ВТК

$$P_{\text{ВТК}} = 0,06 \cdot P_{\text{ПР}} = 0,06 \cdot 319 = 19 \text{ люд. [7,с.150]}$$

Таблиця 4.7 - Зведена відомість складу робочих.

Групи працюючих	Кількість	
	Всього	В 1-ю зміну (55%)
Виробничі робітники	319	175
Допоміжні робітники	64	35
ІТП	42	23
Лічильно-конторський персонал	5	3
МОП	5	3
Службовці	5	3
Робочі ВТК	19	10
Всього робочих	455	252

4.9 Розрахунок площ корпусів

Розрахунок промислового корпусу

Площа промислового корпусу механічного цеху розраховується за вказаними нижче формулами і уточнюється планувальними рішеннями.

$$F_{\text{Вироб}} = F_{\text{уд.вироб.}} \cdot C_{\text{ПР}} = 20 \cdot 168 = 3\,360 \text{ м}^2.$$

$$F_{\text{уд.вироб.}} = 20 \text{ м}^2/\text{ст. [7,с.152]}$$

При модулі 72×72 ширина магістральних проїздів 5 м (поруч з допоміжним корпусом), тоді:

$$S = 5 \times 72 = 360 \text{ м}^2$$

$$\text{Поперечний проїзд - 3 м шириною (поруч зі складом): } S = 3 \cdot 72 = 216 \text{ м}^2$$

$$\text{і на дві сторони } 2 \times 216 = 432 \text{ м}^2.$$

Разом: $360 + 432 = 792 \text{ м}^2$.

Розрахунок загальної площі виробничого корпусу:

$$F_{\text{Заг.}} = F_{\text{Вироб.}} + F_{\text{Доп.}} + F_{\text{мп}} = 3\,360 + (1\,182 + 792) = 5\,334 \text{ м}^2.$$

Розрахунок допоміжного корпусу

Таблиця 4.8 - Розрахунок площі допоміжного корпусу.

Служба	Група санітарно- гігієнічної характеристики	Норма на одного спискового працюючого	Кількість працюючих за списком	Розрахунк ова площа
Санітарно - гігієнічна	Ia	2,60	5	$2,6 \cdot 5 = 13$
	Iб	2,86	66	188
	Iв	3,20	$319 + 64 = 383$	1 225
	IIв	4,00	5	20
РАЗОМ по санітарно - гігієнічній службі			459	1 446
Громадського харчування		0,70	459	321
Охорони здоров'я		0,08	459	37
Культурно-масового обслуговування		0,40	459	184
Управління		1,00	459	459
ЗАГАЛЬНА площа корпусу				2 447

Вибір будівель для промислового і допоміжного корпусів

Для промислового корпусу використовуємо сітку колон 24×12 м, типовим модулем 72×72 : площа промислового корпусу:

$$F_{\text{Пром.к.}} = 72 \times 72 = 5\,184 \text{ м}^2.$$

(Розрахована площа виробничого корпусу $5\,083 \text{ м}^2$)

Для допоміжного корпусу використовуємо модуль 12×72 з сіткою колон 6×12 , кількість поверхів 3:

$$\text{Повна площа допоміжного корпусу } F_{\text{Доп.к.}} = 3 \cdot 12 \cdot 72 = 2\,592 \text{ м}^2.$$

(Розрахована площа допоміжного корпусу $2\,515 \text{ м}^2$)

План розміщення обладнання ділянки

Основний принцип розміщення обладнання - прямоточність руху деталі в процесі обробки і забезпечення нормованих відстаней між верстатами.

4.10 Розрахунок енергетики цеху

Активна потужність електроприймачів:

$$N_A = N_{\text{уст}} \cdot K_C = 1\,373,6 \cdot 0,25 = 343 \text{ кВт}$$

$$K_C = 0,25 \text{ [8, с.380]}$$

Витрата енергії на виробництво:

$$W_{\text{вир}} = N_A \cdot F_D \cdot \eta_3 = 343 \cdot 3890 \cdot 0,87 = 1\,160\,814 \text{ кВт [8,с.378]}$$

Витрата енергії на освітлення

$$W_{\text{осв.}} = N_{\text{ламп}} \cdot 10^{-3} (F_{\text{вироб.}} + F_{\text{доп.}}) \cdot \Phi = 15 \cdot 10^{-3} \cdot (5\,184 + 2\,592) \cdot 1300 = 151\,632 \text{ кВт [8,с.378].}$$

Загальна витрата електроенергії

$$\Sigma W = W_{\text{вир}} + W_{\text{осв}} = 1\,160\,814 + 151\,632 = 1\,312\,446 \text{ кВт}$$

Витрата стисненого повітря

Обдув верстатів

$$Q_{\text{обд.вер.}} = q_{\text{ст}} \cdot F_D \cdot \eta_3 \cdot C_{\text{заг}} = 1,7 \cdot 3890 \cdot 0,87 \cdot 26 = 149\,586 \text{ м}^3/\text{рік.}$$

$q_{ст}$ - дійсна середньогодинна витрата стисненого повітря на 1 верстат

$$q_{ст} = 1,7 \text{ м}^3/\text{ч.} [8, \text{с.380}]$$

Пневматичні затискачі

$$Q_{П.з} = q_{ст.} \cdot F_{д.} \cdot \eta_{з.} \cdot C_{заг} = 351 \ 967 \text{ м}^3/\text{рік.}$$

$$q_{ст} = 4 \text{ м}^3/\text{ч.} [8, \text{с.380}].$$

Сумарна витрата стисненого повітря

$$\Sigma Q = Q_{Обд.вер.} + Q_{П.з.} = 149 \ 586 + 351 \ 967 = 501 \ 553 \text{ м}^3/\text{рік.}$$

Річні витрати води

На приготування МОТЗ

$$Q_{МОТЗ} = \frac{q_{в.} \cdot C_{заг.} \cdot F_{д.} \cdot \eta_{з.}}{1000} = \frac{0,6 \cdot 168 \cdot 3890 \cdot 0,87}{1000} = 341 \text{ м}^3/\text{рік.}$$

$$q_{в.} = 0,6 \text{ л/год} [8, \text{с.81}].$$

Промивання деталей в мийних машинах

$$Q_{Пром.} = q_{В.пром.} \cdot Q_{ДЕТ} = 0,3 \cdot 122,17 = 36,65 \text{ м}^3/\text{рік.}$$

$$q_{В.пром.} = 0,3 \text{ м}^3/\text{час.} [8, \text{с.381}].$$

На побутові потреби

Для господарно - питних потреб.

$$Q_{В.гос.} = (q_{в.} \cdot P_{Спис.} \cdot F_{Др.}) / 1000 \cdot 8 = (25 \cdot 455 \cdot 1781) / 1000 \cdot 8 = 2 \ 532 \text{ м}^3/\text{рік.}$$

$$q_{в.} = 25 \text{ л/люд} [8, \text{с.381}].$$

Для групових умивальників.

$$Q_{В.ум.} = (q_{в.ум.} \cdot P_{Спис.} \cdot F_{Др.}) / 1000 \cdot 8 = (3 \cdot 455 \cdot 1781) / 1000 \cdot 8 = 303 \text{ м}^3/\text{рік.}$$

$$q_{в.ум.} = 3 \text{ л/люд.} [8, \text{с. 381}].$$

Витрата води для душа

$$Q_{В.душ.} = (q_{в.} \cdot P_{Спис.} \cdot F_{Др.}) / 8 \cdot 1000 = (40 \cdot 455 \cdot 1781) / 8 \cdot 1000 = 4 \ 051 \text{ м}^3/\text{рік.}$$

$$q_{в.} = 40 \text{ л/чел} [8, \text{с. 381}] - \text{середня витрата води в душі, л/люд.}$$

Сумарна витрата води

$$\begin{aligned} \Sigma Q &= Q_{МОТЗ} + Q_{Пром.} + Q_{В.гос.} + Q_{В.ум.} + Q_{В.душ.} = \\ &= 341 + 36,65 + 2532 + 303 + 4051 = 7263 \text{ м}^3/\text{рік.} \end{aligned}$$

5 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

5.1 Фізичні основи формування складу та властивостей нітридних плівок перехідних металів для застосування у машинобудуванні

Розробка та впровадження захисних нітридних та боридних покриттів на сьогоднішній день пройшли декілька етапів. Перший - це формування класичної теорії легування, на основі первинного головного складу, який задовольняє початкові вимоги стосовно функціональних характеристик та впровадження легуючих домішок для вторинних властивостей (вмістом менше 5 ат.%). Другий етап полягає у створенні багатокомпонентних покриттів, що привернули увагу промислових галузей завдяки унікальній комбінації структурних характеристик та виняткових механічних властивостей. Для одержання покриттів із високими характеристиками і новими функціональними можливостями були запропоновані високоентропійні сплави (ВЕС). У системі ВЕС існує п'ять або більше елементів в еквімолярному співвідношенні, де концентрація кожного елемента становить від 5 до 35 %. Високоентропійний ефект означає, що утворення неупорядкованих твердих розчинів забезпечується збільшенням внеску конфігураційної ентропії до ентропії змішування внаслідок збільшення складових елементів. Відповідно до принципу Больцмана, при зростанні ентропії змішування вільна енергія змішування досягає найнижчих значень, що робить твердий розчин більш стабільним, особливо при підвищених температурах. Нітридні плівки на основі високоентропійних сплавів демонструють підвищення функціональних властивостей, таких як відмінні механічні характеристики, стійкість до окислення та зносостійкість.

5.2 Вплив теплового поля при випробуваннях у виробництві

На сьогоднішній день зростання промислового виробництва і конкурентоспроможності на ринку змушують компанії прагнути до

безперервного вдосконалення виробничих процесів шляхом впровадження нових технологій.

Оскільки в сучасній промисловості, час один з найбільш важливих факторів, що впливають на вартість виробництва, тому існує велика потреба скоротити тривалість виробництва, зокрема, за рахунок скорочення часу та кількості операцій по механічній обробці без надмірного підвищення до вартості інструмента. Працездатність технологічної системи в першу чергу залежить від якості застосовуваного інструмента, оскільки швидкість зносу інструменту значно вище, ніж швидкості зносу деталей і вузлів верстатів. Роль інструменту ще більше зростає при операціях механічної обробки, що характеризуються підвищеними теплосиловими навантаженнями, а саме: при високошвидкісному різанні, обробці деталей із загартованих, корозійностійких, жароміцних сталей і сплавів, а також різних композиційних матеріалів. На жаль, поки що не створено універсальні інструментальні матеріали, які змогли б забезпечити високі експлуатаційні показники (в першу чергу стійкість) металообробного інструменту при різному характері умов його експлуатації, а можливості використовуваних в машинобудуванні інструментальних матеріалів багато в чому вичерпані. Оскільки створення нового матеріалу - дуже дорогий процес, часом розтягується на десятиліття, сьогодні у всьому світі дуже активно розвивається напрямок, пов'язаний з поліпшенням властивостей поверхневих шарів ріжучих інструментів, виготовлених з традиційних матеріалів.

Цей підхід заснований на тому, що при самих різних умовах роботи інструменту у всіх випадках найбільш навантаженим виявляється його поверхневий шар і в першу чергу саме його властивості визначають працездатність інструменту в процесі механічної обробки. Практична реалізація описаного підходу досягається різними методами зміцнюючої обробки, зокрема нанесенням покриттів (хімічними, фізичними та іншими способами) і модифікацією властивостей поверхні і поверхневого шару інструменту (хіміко-термічної, деформаційної обробкою і іншими способами).

Відомо, що нанесення зносостійких покриттів на основі нітридів і боридів тугоплавких сполук, широко використовуються для зниження інтенсивності зносу ріжучого інструменту. Використання захисних покриттів на швидкорізальних сталях знижує величину зносу, за рахунок уповільнення рекристалізаційних процесів в матеріалі інструменту, а також за рахунок зменшення потужності теплового потоку, який впливає на ріжучий інструмент. Їх застосування дозволяє істотно збільшити ресурс роботи (стійкість) металообробного інструменту і комплексно реалізувати сучасні напрямки вдосконалення металообробного виробництва: підвищення продуктивності обробки, точності і якості оброблюваних деталей і ін.

Дослідження фізичних явищ в процесі різання металів дозволяють отримати дані для вибору інструменту і оптимізувати режими механічної обробки. Використання результатів досліджень на виробництві дає можливість здійснювати якісну обробку заготовок з меншими витратами при високій продуктивності. При обробці металів різанням генерується висока температура. Передача тепла в процесі різання є дуже складним процесом, оскільки зі збільшенням температури змінюються фізичні і механічні характеристики металевих конструкцій. Температура діє на робочу поверхню, безпосередньо впливає на знос інструменту, обмежує застосування більш швидкісних режимів різання і, отже, обмежує максимальні умови продуктивності і термін служби інструменту.

Джерелом утворення тепла при різанні металів є перетворення роботи різання в теплоту (приблизно 85-90%). Решта роботи витрачається на спотворення кристалічної решітки. Зі збільшенням кількості теплоти зростає температура в зоні різання, яка є основним чинником, що визначає процес різання. Від неї залежить сила тертя, сила різання, знос інструменту. Існує багато експериментальних методів вивчення генерації та передачі тепла в процесах механічної обробки:

- 1) калориметрический метод;
- 2) метод штучної термопари;

- 3) метод напівштучної термопари;
- 4) метод природної термопари;
- 5) метод двох різців;
- 6) оптичний метод;
- 7) метод температурних фарб.

В результаті математичної обробки експериментальних даних отриманих вищевказаними методами різними дослідниками запропонований ряд аналітичних і емпіричних формул для розрахунку температури в зоні різання. Структура емпіричних формул залежить від числа врахованих факторів, що визначають вплив на величину температури в зоні різання. Численні дослідження залежності температури від різних факторів показують, що температура в зоні різання залежить від фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу, режиму різання, геометрії ріжучого інструменту і багатьох інших умов.

Загальна залежність температури різання при випробовуванні має вигляд:

$$\theta = C_{\theta} \frac{v^{0.4} s^{0.24} t^{0.1} (\sin \varphi)^{0.26}}{K^{0.09} r^{0.11} F^{0.06}} \quad (46)$$

де θ - температура в зоні різання, °C;

C - константа, що враховує умови різання;

v - швидкість різання, м/хв;

s - подача, мм/об;

t - глибина різання, мм;

φ - головний кут в плані, град;

$K = t/s$ - відношення глибини різання до подачі;

r - радіус заокруглення вершини різця, мм;

F - площа перетину різця, мм².

Формула (46) враховує більшість факторів, що впливають на температуру різання. Так як параметри описують геометрію різця - φ , r і F є константами для

конкретного різця, то їх можна включити в константу C_θ . З огляду на те, що величина K є відношенням t_{ks} можна записати формулу (46) у спрощеній формі:

$$\theta = C_\theta v^{0,4} s^{0,24} t^{0,1} \quad (47)$$

З формули (47) видно, що найбільший вплив на температуру в зоні різання надає швидкість різання v , в меншій мірі впливає подача s , ще менше вплив - глибина різання t . У зв'язку зі значним збільшенням потужності обчислювальних машин для дослідження впливу захисних покриттів на інструмент використовується математичне моделювання теплових процесів, що відбуваються при механічній обробці металів, так як для проведення експерименту потрібно набагато більше часу і ресурсів.

5.3 Методи тримання та дослідження

Багатоеlementні нітридні покриття $(ZrTiNb)N$, $(ZrTiCrNb)N$, $(ZrTiCrNbSi)N$ Покриття наносяться на шліфовані підкладки (матеріал - сталь 12×18Н9Т, А570) шляхом вакуумного дугового осадження за допомогою установки "Булат-6". Цілі сплави Zr-Ti-Nb (Zr - 35 при%, Nb - 35 на%, Ti-30 на%), Zr-Ti-Cr-Nb (Cr - 37,39%, Zr - 27,99 на%, Nb - 22,30%, Ti - 12,32%) і ZrTi-Cr-Nb-Si (Cr-17,08%; Zr - 30,19%; Nb- 9,67%; Ti - 39,96%; Si - 3,1%) були виготовлені за допомогою електронно-променевого плавлення. Осадження N покриттів $(ZrTiNb)N$, $(ZrTiCrNb)N$ та $(ZrTiCrNbSi)N$ здійснювалось в атмосфері N_2 , тиск робочого газу змінювався від 0,05 до 0,7 Па, з контрольованою зміною потенціалу підкладки від -100 до -200 В, підкладки нагрівали до температури 450 °С перед осадженням. Відстань між підкладками та катодом становила 250 мм. Товщина покриттів N $(ZrTiNb)N$ та $(ZrTiCrNb)N$ становила 4 та 6,2 - 6,8 мкм, відповідно. Параметри осадження N покриттів $(ZrTiNb)N$, $(ZrTiCrNb)N$ та $(ZrTiCrNbSi)N$ представлені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 - Параметри осадження N (Zr-Ti-Nb) N, (Zr-Ti-Cr-Nb) N та (Zr-Ti-Cr-Nb-Si) N покриттів

№	Матеріал катоду	I, A	P _N	U, B
1	Zr-Ti-Nb	95	0.05	-100
2	Zr-Ti-Nb	95	0.5	-100
3	Zr-Ti-Cr-Nb	110	0.3	-100
4	Zr-Ti-Cr-Nb	110	0.7	-100
5	Zr-Ti-Cr-Nb	110	0.3	-200
6	Zr-Ti-Cr-Nb	110	0.7	-200
7	Zr-Ti-Cr-Nb-Si	110	0.3	-100
8	Zr-Ti-Cr-Nb-Si	110	0.3	-200

Хімічний склад і морфологія покриттів була досліджена за допомогою скануючої електронної мікроскопії/енергетично-дисперсійної рентгенівської спектроскопії (SEM/EDX) JEOL JSM-6610 LV та JEOL 7001TTLS з напругою 15-20 кВ. Кристалічну структуру та фазовий склад аналізували методом рентгенівської дифракції (XRD), використовуючи дифрактометри D8 ADVANCE і DRON-4. Зразки рентгенівського випромінювання були взяті в режимі точка-точка сканування з кроком сканування $2\theta = 0,02 \div 0,2^\circ$ у діапазоні кутів $25 \div 90^\circ$. Дослідження структури (Zr-Ti-Cr-Nb)N покриттів проводили за допомогою електронного мікроскопу JEOL JEM2100.

Вивчення механічних характеристик (твердості) нітридних покриттів проводилось на твердометрі DM-8. Відбитки були зроблені на відстані 1,0 мм один від одного, десять вимірювань для кожного зразка. Модуль нанотвердості та пружності вимірювали за допомогою наноіндентора Берковича (Hysitron TI 950 TriboIndenter), максимальне навантаження становило 10 000 мкН, значення розраховано за стандартним методом Олівера-Фарра.

Для вимірювання адгезії (Zr-Ti-Cr-Nb)N, (Zr-Ti-Cr-Nb)N і (Zr-Ti-CrNb)N використовувався скретч-тестер REVETEST (CSM Instruments). Для отримання достовірних результатів були зроблені дві подряпини на поверхні покриття.

Поверхнева морфологія подряпин досліджувалася за допомогою скануючого електронного мікроскопа FEI Nova NanoSEM450. Досліджуваний процес руйнування покриття умовно складав 5 етапів. Критичне навантаження, що відповідає моменту появи перших шевронних тріщин у нижній частині подряпин, визначалася як LC1; LC2 - розвиток шевронних тріщин у нижній частині подряпин; LC3—відшаровування покриття; LC4 - локальне стирання ділянок покриття; LC5 - пластичне стирання покриття на підкладці, втрата міцності на адгезію.

5.4 Результати дослідження

Структура та фізико-механічні властивості (ZrTiNb)N, (ZrTiCrNb)N, (ZrTiCrNbSi)N

На рис. 5.1 показані зображення поверхонь і злам нітридного покриття (Zr-Ti-Nb)N. Вивчення морфології поверхні показує, що осадження покриттів призводить до збільшення шорсткості поверхні (від 0,09 до 0,42 мкм) за рахунок краплинної складової потоку плазми. З зображення поперечного перерізу на рисунку 1,б покриття показана стовпчаста структура, що характерна для матеріалів отриманих вакуумно-дуговим осадженням. Слід зазначити наявність дефектів мікропорожнин та тріщин.

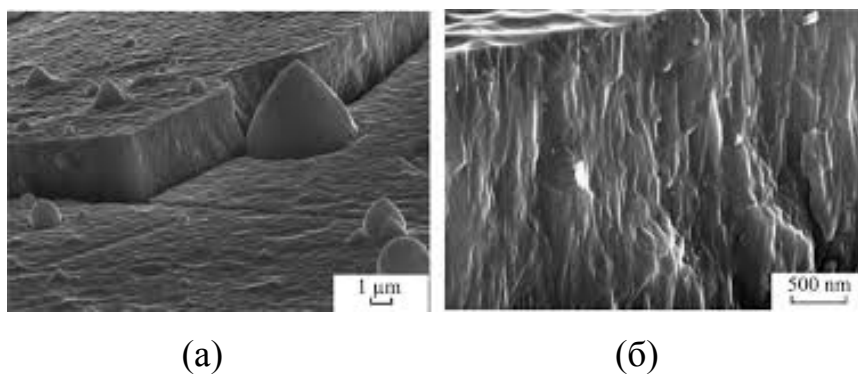


Рисунок 5.1- Зображення злому покриттів (Ti-Zr-Nb)N отриманих при тиску азоту $P_N=0,5\text{Па}$

Концентрація різних елементів у всіх покриттях був близький до концентрації елементів у мішені розпилення. На рисунку 5.2 показані спектри РФА покриттів $(\text{Zr-Ti-Nb-Cr})\text{N}$ та $(\text{Zr-Ti-Nb-Cr-Si})\text{N}$. Аналіз спектру рентгенівського дифрактометра показує, що визначальна фазова композиція - це фаза з гранецентрованою кубічною решіткою. З підвищенням тиском реакційного газу (від 0,05 до 0,5 Па) характерним є зміщення піків сімейства площин, що визначається збільшенням досконалості переважної 19 орієнтації росту кристалітів з перпендикулярною віссю до площини поверхні. Виявлено, що розмір кристалітів збільшується з 10 нм при найнижчому тиску, до 0,05-63 нм при максимальній робочій напрузі 0,5 Па.

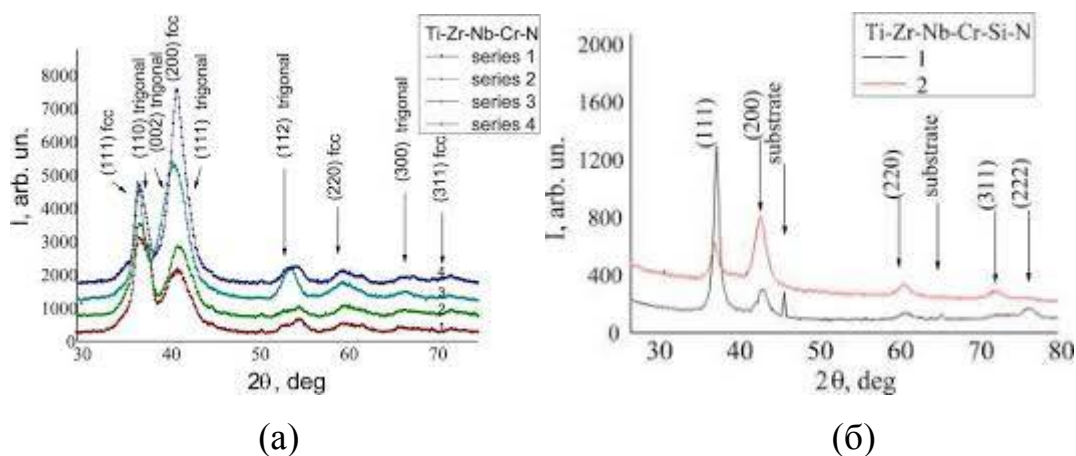


Рисунок 5.2 - Спектри XRD нітридних плівок отримані при різних значеннях P_{Nta} Уп: а) $(\text{Zr-Ti-Cr-Nb})\text{N}$; б) $(\text{Zr-Ti-Cr-Nb-Si})\text{N}$

Фазовий аналіз покриттів $(\text{Zr-Ti-Cr-Nb})\text{N}$ показав наявність фази TiN ГЦК ($a = 0,243$ нм, $a_{\text{tab}} = 0,244$ нм) та модифікації Cr_2N (просторова група $P31m$, $a = 0,4800$ нм, $c = 0,4472$ нм) (рис. 2а). Зі спектрів XRD виявлено, що потенціал зміщення сильно впливає на зміну орієнтації з (111), до змішаних фаз (111) та (200), і появи (112) і (300) рефлексів на високих кутах (Cr_2N , тригональна фаза). Розмір зерен покриттів нітриду $(\text{Zr-Ti-Cr-Nb})\text{N}$ становить приблизно 5,5 нм при різних значеннях потенціалу зміщення, що означає, що плівки мають дуже тонкі нанокристалічні структури. Це твердження підтверджено результатами електронної мікроскопії та дифракційних досліджень. Як видно з рисунку 5.3,

перехідні метали системи Zr-Ti-Cr-Nb при конденсації утворюють покриття з тонкодисперсною структурою. В електронно-дифракційних моделях спостерігаються кільця фаз ГЦК.

На рисунку 5.26 показано спектри XRD плівок (Zr-Ti-Nb-Cr-Si)N, нанесених при $P_N = 0,3$ Па та $U_p = -100$ В і -200 В. Для даної серії покриттів 20 XRD спектр відповідає пікам (111), (200), (220), (222) та (311) структури ГЦК фази B1(NaCl). Добре відомо, що нанокompозитні покриття типу TiSiN характеризуються утворенням аморфних (Si₃N₄)/кристалічних (TiN) композиційних структур. Нітрид Si₃N₄, має низьку розчинність у структурі ГЦК, і в процесі осадження може відбуватися термодинамічна сегментація. Слід зазначити, що відповідний вміст Si для досягнення шару (Si₃N₄) навколо кожного зерна TiN дорівнює 5-12 %, хоча точна кількість змінюється залежно від середнього розміру зерна .

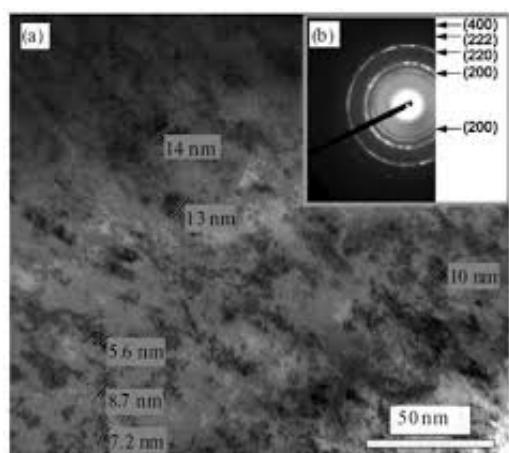


Рисунок 5.3 - Зображення покриття (Zr-Ti-Cr-Nb)N, одержане за допомогою ПЕМ: а) світлопольне зображення; б) мікродифракційна картина.

У даному випадку, навіть якщо існуючі системи містять кілька незмішаних нітридів, наприклад, TiN та Si₃N₄ (у малій концентрації), лише чітка ідентифікація однієї ГЦК-фази в плівці (рис. 5.3). Формування фази нітридів ГЦК пов'язане з високоентропійним ефектом змішування та обмеженою дифузійною кінетикою, в якій атоми не можуть досягти їх стабільної

конфігурації. Було виявлено, що зі збільшенням потенціалу зміщення на підкладці позиції піків XRD зміщуються на нижчі кути (див. рис. 2б). Одним із пояснень цього ефекту є збільшення параметрів решітки 21 (Zr-Ti-Cr-Nb-Si)N покриттів за рахунок утворення пар Френеля, а саме параметри решітки поступово збільшуються з 0,4332 нм при потенціалі зміщенні -100В до 0,4337 нм при зміщенні -200 В.

В результаті вимірювання механічних характеристик, зокрема твердості максимальне значення твердості для (Zr-Ti-Nb)N досягає 44,5 ГПа. Твердість для покриттів (Zr-Ti-Cr-Nb)N, нанесених при $U_{зм} = -100$ В становить 30,9 ГПа і підвищується до 38,8 ГПа, при $U_{зм} = -200$ В. Слід зазначити, що покриття, отримані при меншому вмісті азоту, мають нижчу твердість. Коли РN збільшено до 0,7 Па, зростання твердості пояснюється утворенням більших об'ємів міцних зв'язків Me/N, присутніх у плівках. Крім того, висока твердість може бути пов'язана з високим вмістом Cr₂N фази. Для покриттів (Zr-Ti-Cr-Nb-Si)N, які осаджуються при РN = 0,3 Па та $U_{зм} = -100$ В, твердість становить 29 ГПа, а модуль пружності - 291 ГПа. Зі збільшенням потенціалу зміщення до -200 В, твердість та модуль пружності тановлять 24 ГПа та 254 ГПа, відповідно. Одним із пояснень зменшення твердості є надмірне бомбардування іонів, внаслідок чого покриття стають менш текстурованими, зі включенням додаткових фаз.

Результати досліджень адгезійної міцності, стійкості до подряпин (ZrTi-Cr-Nb)N покриттів, показано на рисунку 5.4. На рисунку 5.4 показана крива зміни акустичної емісії (АЕ), спостерігається монотонне проникнення індентора в покриття, поява першої тріщини (навантаження до 15,21 Н); коефіцієнт тертя (μ) збільшується, але сигнал акустичного випромінювання залишається незмінним. При збільшені навантаження, відбувається поява шевронних та діагональних тріщин, що призводить до збільшення коефіцієнта тертя до значення 0,3. При навантаженні до 14 Н амплітуда сигналу акустичного випромінювання різко зростає, і її значення залишається на тому ж рівні до кінця випробування. Після цього, при збільшенні навантаження до 62 Н, відбувається стирання покриття до матеріалу підкладки. Традиційно процес руйнування покриттів при нанесенні

подряпин можна розділити на чотири етапи. При навантаженні діапазоном 0,9-9,89 Н 22 (LC1) відбувається монотонне проникнення індентора в покриття: коефіцієнт тертя дещо збільшує сигнал акустичного випромінювання. Коли навантаження індентора становить 15,81 Н (LC2) останній повністю занурює у покриття, коефіцієнтом тертя дорівнює 0,35. При подальшому збільшенні навантаження (LC3) відбувається відшаровування матеріалу.

Порівняльний аналіз показав, що покриття (Zr-Ti-Cr-Nb)N стираються, але не відшаровуються під час нанесення подряпин, тобто руйнуються за рахунок зв'язного механізму пластичної деформації та утворення втомних тріщин у матеріалі покриттів.

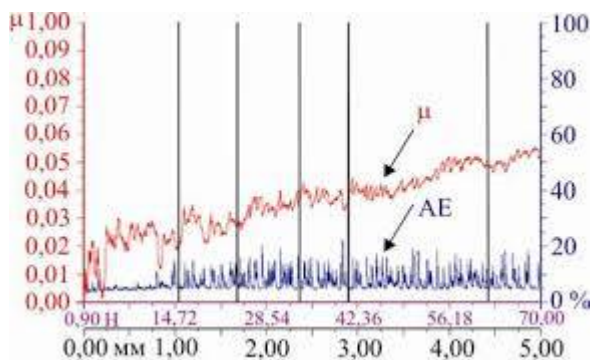


Рисунок 5.4 - Зони контакту алмазного індентора з покриттям (Ti-Zr-Nb)N, отримані при $P_N = 0,5$ Па

Хімічний склад в процесі локального стирання покриттів (Zr-Ti-Cr-NbSi)N практично не змінюється, але концентрація азоту в Серії 2 більш висока, ніж у Серії 1, що узгоджується з попередніми результатами EDX. Крім того, концентрація елементів Si та Nb залишається однаковою під час випробування на подряпини для всіх покриттів.

5.5 Висновки

Досліджено властивості нітридних покриттів (Zr-Ti-Nb)N, (Zr-Ti-CrNb)N, (Zr-Ti-Cr-Nb-Si)N покриттів, включаючи структуру, відносну твердість та адгезію. Встановлено, що нітридні покриття мають нанокристалічну структуру твердого розчину ГЦК типу, що має текстуру (111). Всі покриття були визначені для нанозернистої структури розмірами зерен в діапазоні 5,2 і 63 нм. Покриття (Zr-Ti-Nb) N, (Zr-Ti-Cr-Nb) N та (Zr-Ti-Cr-Nb-Si) N продемонстрували значення твердості в діапазоні 37-45 ГПа, 31-42 ГПа і 24-29 ГПа, відповідно. Збільшення твердості покриттів було пов'язано з формуванням переважної орієнтації росту кристалітів осі [111]. Виявлено, що адгезія досліджуваних покриттів була покращена шляхом підвищення параметрів осадження (потенціал підкладки та тиску азоту). Адгезійний знос поверхонь (Zr-Ti-Cr-Nb-Si) N до матеріалу підкладки відбувається тоді, коли навантаження досягає найбільшого значення 46 Н, для (Zr-Ti-Cr-Nb) N покриттів – 62 Н і для (Zr-Ti-Nb) N - 66 Н.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Охорона праці є органічним елементом процесу виробництва. Тому саме вона покликана огорожувати працівників від дії небезпечних і шкідливих виробничих факторів, забезпечувати найбільш сприятливі умови праці, що запобігає марній витраті сил і підвищує рівень праці.

Роботодавець – власник підприємства, установи, організації або уповноважений ним орган, незалежно від форм власності, виду діяльності, господарювання, і фізична особа, яка використовує найману працю. Працівник – особа, яка працює на підприємстві, в організації, установі та виконує обов'язки або функції згідно з трудовим договором (контрактом).

Державна політика в галузі охорони праці визначається відповідно до Конституції України Верховною Радою України і спрямована на створення належних, безпечних і здорових умов праці, запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням.

Одним із головних принципів цієї політики є принцип інформування населення, проведення навчання, професійної підготовки і підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці. Реалізація цього принципу, забезпечується зокрема виконанням всіма центральними і місцевими органами виконавчої влади, асоціаціями, концернами, об'єднаннями підприємств, підприємствами, установами та організаціями незалежно від форм власності та видів діяльності.

Організація охорони праці на виробництві

Порядок організації охорони праці на підприємствах, в установах, організаціях визначається розділом III (статті 17-27) Закону України “Про охорону праці”.

Згідно закону, відповідальність за організацію охорони праці і її стан на підприємстві несе роботодавець. Роботодавець зобов'язаний створити в кожному структурному підрозділі, на кожному робочому місці умови праці відповідно до нормативних актів. З цією метою роботодавець організовує систему управління охороною праці, призначає посадових осіб для вирішення конкретних питань з охорони праці, розробляє комплексні заходи для досягнення встановлених нормативів з охорони праці та ін. роботи. На підприємствах з числом працюючих 50 чол. і більше створюється служба охорони праці. При меншій кількості працюючих функції цієї служби може виконувати в порядку сумісництва особа, що має відповідний досвід.

6.1 Методи аналізу виробничого травматизму

Аналіз виробничого травматизму дозволяє виявити причини і визначити закономірності їх виникнення. На основі такої інформації розробляються заходи та засоби щодо профілактики виробничого травматизму. Для аналізу виробничого травматизму застосовують такі основні методи: статистичний, топографічний, монографічний, економічний, метод анкетування, метод експертних оцінок.

Статистичний метод базується на вивченні травматизму за документами: звітами, актами, журналами реєстрації. Це дозволяє групувати випадки травматизму за певними ознаками: за професіями потерпілих, за робочими місцями, цехами, стажем, віком, причинами травматизму, обладнанням, яке спричинило травму.

Для оцінки рівня травматизму розраховують показники його частоти та тяжкості на 1000 человек

$$П_{\text{чт}} = A_{\text{—}} \times 1000 / T, \quad (48)$$

$$П_{\text{тт}} = D / A, \quad (49)$$

де $П_{\text{чт}}$ – показник частоти травматизму;

A – кількість випадків травматизму за звітний період;

T – середньоспискова чисельність працівників;

$P_{\text{тт}}$ – показник тяжкості травматизму;

D – кількість днів непрацездатності.

Ці показники дозволяють вивчати динаміку травматизму на підприємстві, порівнювати його з іншими підприємствами.

Монографічний метод полягає в детальному обстеженні всього комплексу умов праці, технологічного процесу, обладнання робочого місця, прийомів праці, санітарно-гігієнічних умов, засобів колективного та індивідуального захисту. Іншими словами, цей метод полягає в аналізі небезпечних та шкідливих виробничих факторів, притаманних лише тій чи іншій (моно) дільниці виробництва, обладнанню, технологічному процесу. За цим методом поглиблено розглядають всі обставини нещасного випадку, якщо необхідно, то виконують відповідні дослідження та випробування. Дослідженню підлягають: цех, дільниця, технологічний процес, основне та допоміжне обладнання, трудові прийоми, засоби індивідуального захисту, умови виробничого середовища, метеорологічні умови в приміщенні, освітленість, загазованість, Запиленість, шум, вібрація, випромінювання, причини нещасних випадків, що сталися раніше на даному робочому місці. Таким чином, нещасний випадок вивчається комплексно.

Топографічний метод ґрунтується на тому, що на плані цеху (підприємства) відмічають місця, де сталися нещасні випадки. Це дозволяє наочно бачити місця з підвищеною небезпекою, які вимагають ретельного обстеження та профілактичних заходів. Повторення нещасних випадків в певних місцях свідчить про незадовільний стан охорони праці на даних об'єктах. На ці місця звертають особливу увагу, вивчають причини травматизму. Шляхом додаткового обстеження згаданих місць виявляють причини, котрі викликали нещасні випадки, формують поточні та перспективні заходи щодо запобігання нещасним випадкам для кожного окремого об'єкта.

Економічний метод полягає у вивченні та аналізі втрат, що спричинені виробничим травматизмом.

Метод анкетування. Розробляються анкети для робітників. На підставі анкетних даних (відповідей на запитання) розробляють профілактичні заходи щодо попередження нещасних випадків.

Метод експертних оцінок базується на експертних висновках (оцінках) умов праці, на виявленні відповідності технологічного обладнання, пристосувань, інструментів, технологічних процесів вимогам стандартів та ергономічним вимогам, що ставляться до машин механізмів, обладнання, інструментів, пультів керування.

Під дією шкідливих факторів на виробництві у робітників можуть виникати гострі професійні або хронічні отруєння і захворювання. Розслідування та облік професійних отруєнь та захворювань здійснюється згідно з діючим Положенням. Розслідуванню підлягають всі, вперше виявлені, хронічні та гострі професійні отруєння і захворювання.

Вплив виробничих факторів не обмежується лише їх роллю як причини професійних захворювань. Давно було помічено, що особи, які працюють з токсичними речовинами, частіше хворіють на загальні захворювання (грип, розлад органів травлення, запалення легень тощо), що ці хвороби проходять у них важче, а процес одужання йде повільніше. Тому, окрім показників частоти та тяжкості профзахворюваності (визначаються аналогічно Пчт та Птт), важливо також визначити показники рівня загальної захворюваності. З цією метою розраховують показник частоти випадків захворювань та показник днів непрацездатності, які припадають на 100 працюючих:

$$П_{чз} = 3 \times 100 / T, \quad (50)$$

$$П_{дн} = D \times 100 / T, \quad (51)$$

де 3 — кількість випадків захворювань за звітний період;

Д — кількість днів непрацездатності за цей же період;

Т — загальна кількість працюючих.

На основі отриманих показників визначають динаміку виробничого травматизму, професійної та загальної захворюваності за відповідний період, яка

дозволяє оцінити стан охорони праці на підприємстві, правильність обраних напрямків щодо забезпечення здорових та безпечних умов праці.

6.2 Правила безпеки

Загальні правила безпеки

1. Знаходячись на території підприємства, будьте уважними, слідкуйте за рухом транспорту та уступайте йому дорогу.

2. По території ходіть тільки тротуарами і пішохідними доріжками, Не бігайте по території. Про ходьбі дивіться під ноги, щоб не оступитись не зіткнутись і не наколотись на гострі предмети. (гвіздки на досках т.д).

3. Не переходьте і не переступайте через відкриті траншеї, люки, колодці.

4. Не ставайте на кришки колодців та люків.

5. Не стійте і не проходите під піднятим вантажем.

6. Будьте уважними в зимовий час, на слизьких доріжках можна впасти. Ходіть тільки по очищеним від снігу і льдової корки прихожій частині території. Не проходите над повислими з криші льдовими сосульками. При ходьбі не тримайте руки в карманах, так як при скользінні важко утримати рівновагу.

7. Забороняється без службової необхідності знаходитись поза свого робочого місця

8. В підрозділах підприємства ,на складах користуйтеся тільки встановленими проходами.

9. Не заходьте за огорожу електроустановок.

10. Виконуйте тільки ту роботу, яка доручена вам керівником робіт.

11. Забороняється виконувати на підприємстві роботу в особистих цілях без дозволу адміністрації.

12. Забороняється на території підприємства ходити по газонам та зеленим насадженням.

13. При отриманні травми, навіть якщо вона незначна, повідомити про неї свого безпосереднього керівника, та звернутись за наданням медичної допомоги.

Вимоги безпеки при організації робочого місця

1. Перед початком роботи перевірте своє робоче місце, справність обладнання, інструмента, пристроїв в тому числі засобів особистого та колективного захисту, якщо є необхідність в них.

2. У випадку несправності обладнання, Інструменту, пристроїв, засобів захисту, повідомте про це керівництво підприємства і до усунення всіх несправностей і забезпечення засобами захисту, до роботи не приступайте.

3. На робочому місці розміщуйте: з лівої сторони те, що берете лівою рукою, зправа те, що берете правою рукою.

4. Світильник розмістіть так, щоб робоча зона добре освітлювалась при виконанні робіт світло не попадало в очі.

5. Складайте готову продукцію, робочі матеріали і т.д.. в спеціально відведені для цього місця. Не захащуйте проходів.

6. Підтримуйте в чистоті та порядку робоче місце.

Електробезпека.

1. Якщо при роботі на обладнанні ви відчуєте найменше відчуття дії струму, негайно припиніть роботу, відключіть обладнання від електромережі та повідомте керівника робіт.

2. Не будучи електриком, ніколи не беріться за роботу, котра відноситься до електротехнічної. У випадку необхідності визивайте електрика.

3. Не дозволяється проводити самостійний ремонт електрообладнання.

Для попередження ураженням електрострумом виконуйте слідуючі правила особистої обережності:

- Не піднімайте впавши оголені провода.

- Не ставайте на них ногами, бережіться доторкатися до висячих кінців обірваних проводів так як вони можуть бути під напругою.

- Неторкайтесь до електропроводів, рубільників, кожухів електродвигунів та інших частин електрообладнання, так як вони можуть бути під напругою.

- Не дивіться на полум'я вольтової дуги при зварювальних роботах.

- Не вмикайте і не вимикайте електрорубільники, якщо це не входить в ваші прямі обов'язки, в тих випадках коли можлива аварія чи можливий нещасний випадок з людьми, рубільник може бути вимкнений людиною при дотриманні вимог безпеки, та правил особистої обережності,

Перед виконанням робіт впевнитись в наявності і цілості заземлю-чого проводу електроінструменту, пристроїв, механізмів та інш. Пам'ятайте, що небезпека ураження електрострумом в сирих приміщеннях при наявності сирого та волого одягу, мокрих рук, метале-левого полу особливо велика.

Ніколи не пробуйте пальцем електропровода, пристрої, механізми-це небезпечно для життя.

Забороняється переносити та переставляти пристрої, що знаходяться під напругою.

Не захищайте посторонніми предметами доступ до розподільчих щитів, пускових пристроїв.

Всі працюючі на підприємстві повинні добре знати правила надання першої медичної допомоги від ураження електрострумом та при необхідності вміти її надати.

Пожежна безпека.

В приміщеннях підприємства забороняється :

Загромаждати підходи до пожежогасильничого інвентаря.

Користуватись відкритими електронагрівними приборами.

Залишати без нагляду ввімкнені в електромережу нагрівальні прилади.

Сушити будь які предмети на нагрівальних пристроях.

Зберігати та переносити легкозаймисті рідини в відкритій тарі.

Мити поли і обладнання бензином та іншими органічними розчинниками.

Змивати горючі та легкозаймисті рідини в раковини, унітази, на пол.

Курити дозволяється тільки в спеціально відведених місцях.

У випадку виникнення пожежі чи загорання, негайно повідомити пожежну команду по телефону 01.

До прибуття пожежкоманди приступити до тушіння пожежі своїми силами, користуючись піском, вогнегасником, пожежними кранами. Використовуючи засоби пожежогасіння згідно діючої протипожежної Інструкції. необхідно пам'ятати, що рідини, що не розтворюються в воді. Тушити не можна їх можна тушити піском, накривати ковдрою, азбестовим покривалом.

При загоранні електрообладнання не можна користуватись для тушіння вогнегасниками типу ОХП.

Для запобігання ураженням електрострумом, палаюче обладнання необхідно тушити вуглекислотним вогнегасником, піском, кошмою.

Працівника, на якому загорівся одяг, необхідно накрити покривалом та облити водою.

Якщо загорілась незначна частина одягу, необхідно лягти на землю та прижатись до неї тією частиною тіла, на якій горить одяг.

Індивідуальні захисні засоби та особиста гігієна працівників.

1. Користуйтесь встановленим для вашої спеціальності спецодягом та захисними засобами: окулярами, рукавицями, резиновими рукавицями, распіраторами і т.д.

2. Працівники повинні добре знати правила користування засобами колективного та індивідуального захисту, а також справними захисними засобами.

3. Не дозволяється:

- Зберігати в карманах одягу гострі предмети та інструменти, а також.
- Користуватись замість ґудзика. шпилькою, голкою, гвідрком і т.д.
- Працювати в несправному, не відремонтованому спецодязі та взутті, та несправними засобами захисту.

4. Перед прийманням їжі та після закінчення роботи необхідно ретельно вимити руки теплою водою з милом.

5. Не торкайтесь до рани навіть вимитими руками.

6. При наданні першої допомоги при пораненнях дотримуйтесь слідуючих вимог:

Не можна промивати рану водою чи навіть яким небудь лікарським засобом.засипати порошками,покривати мазями,так як це не дає заживати рані, заносить в неї бактерії,що визиває послідує загнивання.

Не можна стирати з рани пісок,землю і т.д.,очистити рану як слідує може тільки лікарь.

Не можна видаляти з рани згустки крові,так як це може визвати сильну кровотечу.

Не можна замотувати рану ізоляційною стрічкою.

7. Для надання першої медичної допомоги при пораненні візьміть індивідуальний пакет,розкрийте його та накладіть на рану стерильний тампон,що знаходиться в пакеті та перев'яжіть бинтом з пакета.

8. При розкритті “Індивідуального пакета” не торкайтесь руками тієї частини бинта, що буде притулена до рани.

9. Якщо індивідуальний пакет відсутній,то для перев'язки можна використати чистий платок,чисту тканину і т.д. На те місце на тканині,яке безпосередньо приходить на рану, накапайте декілька капель йодної настойки щоб отримати пятно розміром більше рани,а потім прикласти тканину на рану.

10. Щоб припинити сильну кровотечу, отриману в результаті травми,вище рани накладіть жгут.

11. Місце на котре будете накладати жгут,попередньо оберніть чимсь м'яким.Можна також накладати жгут поверх рукава чи штанів. Не перетягайте черезмірно жгутом кінцівку,натяг жгута слід доводити тільки до зупинки кровотечі

12. Щоб запобігти омертвінню тіла, накладений жгут залишайте не більш ніж 1,5-2 години. Крім того через один час жгут необхідно зняти на 5-10 хвилин.

13. При тяжких опіках необхідно обережно зняти з потерпілого одяг та взуття-краще розріжте.

7 ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА

7.1 Значення цивільної оборони та цивільного захисту

Цивільна оборона – система заходів щодо підготовки захисту населення, матеріальних і культурних цінностей на території України від небезпек, що виникають при веденні військових дій або внаслідок цих дій, а також при виникненні надзвичайних ситуацій природного й техногенного характеру. Організація й ведення цивільної оборони є одними з найважливіших функцій держави, складовими частинами оборонного будівництва, забезпечення безпеки держави.

Основні завдання цивільної оборони:

- захист населення від наслідків аварій, стихійних лих і сучасних засобів поразки (пожеж, вибухів, викидів сильнодіючих отруйних речовин, епідемій і т.д.);
- координація діяльності органів керування по прогнозуванню, попередженню й ліквідації наслідків екологічних і стихійних лих, аварій і катастроф;
- створення й підтримка в готовності систем керування, оповіщення, зв'язку, організація спостереження й контролю за радіаційною, хімічною небезпеками;
- підвищення стійкості об'єктів галузей економіки і їхнього функціонування в надзвичайному стані ;
- проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт;
- пошук потерпілих, аварій космічних кораблів, літаків і інших повітряних суден ;
- спеціальна підготовка керівних кадрів і сил, загальне навчання населення способам захисту й діям у надзвичайних ситуаціях мирного й військового часу;
- нагромадження фонду захисних споруджень для укриття населення;

- забезпечення населення засобами індивідуального захисту й організація виготовлення найпростіших засобів захисту самим населенням;
- евакуація населення з великих міст і прилягаючих до них населених пунктів, які можуть потрапити в зону можливих сильних руйнувань або катастрофічного затоплення;
- організація оповіщення населення про погрозу нападу супротивника з повітря, про радіоактивне, хімічне зараження, стихійні лиха;
- навчання населення захисту від зброї масового ураження, а також веденню рятувальних і невідкладних аварійно-відбудовних робіт.

7.2 Комплекс заходів для захисту населення й об'єктів економіки

Основні заходи які проводяться для захисту населення й об'єктів економіки країни:

- своєчасне оповіщення населення про погрозу нападу супротивника, застосування зброї масової дії, технологічних аварій, стихійних лих, інформування про порядок дій у надзвичайній ситуації;
- укриття населення в захисних спорудженнях;
- використання засобів індивідуального захисту;
- евакуація, а також відселення населення в безпечні райони;
- захист продовольства, споруджень на систем водопостачання і водозаборів, сільськогосподарських тварин, фуражу і т. д. від зараження радіоактивними і сильнодіючими отруйними речовинами й біологічними засобами;

- навчання населення способам захисту в надзвичайних ситуаціях.

До основних принципів захисту населення відносяться:

- захист населення на всій території країни;
- диференційований захист населення з обліком економічних, природних і інших характеристик, особливостей території й ступеня реальної небезпеки виникнення надзвичайної ситуації;
- завчасне планування й проведення захисних заходів;

- необхідна достатність і максимально можливе використання сил і засобів при визначенні обсягу й змісту заходів щодо захисту населення.

7.3 Система цивільної оборони

Систему цивільної оборони складають:

- органи державної влади й керування всіх рівнів, до компетенції яких відносяться функції, пов'язані з безпекою й захистом населення, попередженням надзвичайних ситуацій і реагування на них (МНС, МВС, керування й відділи по надзвичайних ситуаціях міст і районів і т.д.);
- органи повсякденного керування по забезпеченню захисту населення;
- сили й засоби, призначені для виконання завдань цивільної оборони;
- фонди й резерви фінансових, медичних і матеріально-технічних засобів, передбачених на випадок надзвичайної ситуації;
- системи зв'язку, оповіщення, керування й інформаційного забезпечення.

Цивільна оборона організується як по територіальному, так і по виробничому принципах. Основною ланкою системи цивільної оборони є об'єкт економіки (підприємство, завод, вуз і т.д.).

Керівником цивільної оборони об'єкта є керівник підприємства (а керівником цивільної оборони адміністративно-територіальної одиниці - голова виконавчої влади). Керівники цивільної оборони несуть персональну відповідальність (кримінальну й адміністративну) за організацію й здійснення заходів щодо цивільної оборони на відповідних підприємствах і територіях.

Керівником цивільної оборони України є президент України.

7.4 Роль і завдання цивільної оборони

Цивільна оборона є системою загальнодержавних оборонних заходів, здійснених у мирний і воєнний час для захисту населення й підвищення стійкості народного господарства в умовах застосування супротивником хімічної, бактеріологічної і ядерної зброї, а також для проведення рятувальних і невідкладних аварійно-відбудовних робіт у вогнищах масової поразки.

Захист населення й матеріальних засобів від зброї масової поразки може бути досягнута лише спільними зусиллями Збройних Сил, цивільної оборони й усього населення.

Відповідно до тієї ролі, що покликана зіграти цивільна оборона в майбутній війні, на неї покладають наступні основні завдання:

- загальне обов'язкове навчання населення країни способам і засобам захисту від зброї масової поразки й діям у складі формувань цивільної оборони;
- захист населення від впливу ядерної, хімічної й бактеріологічної зброї;
- здійснення заходів, що забезпечують сталу роботу об'єктів народного господарства у військовий час;
- проведення рятувальних і невідкладних аварійно-відбудовних робіт у вогнищах масової поразки й надання допомоги постраждалому населенню;
- проведення заходів, що забезпечують захист тварин, рослин, продовольства, сировини, джерел водопостачання й фуражу від радіоактивного, бактеріального й хімічного зараження, а також по ліквідації наслідків зараження.

Виконання кожної із зазначених завдань досягається цілим комплексом заходів, проведених у мирний і військовий час.

Розглянемо більш докладно заходи, проведені цивільною обороною.

Головним завданням цивільної оборони є захист населення від зброї масової поразки. Вирішується це завдання шляхом розосередження робітників та службовців і евакуації населення в заміську зону, укриття населення в захисних спорудженнях і забезпеченням його індивідуальними засобами захисту.

З огляду на територіальні особливості України ,розосередження робітників та службовців і евакуація населення з великих міст у заміську зону визнані найбільш доцільними й економічними способами захисту населення від зброї масової поразки.

Розосередження – це організований вивіз (вивід) з великих міст і розміщення в заміській зоні робітників і селищах підприємств і установ, що продовжують виробничу діяльність у місті у воєнний час.

Розосередженню також підлягають робітники та службовці окремо вартих об'єктів народного господарства, що представляють певну мету для ядерних ударів супротивника.

Евакуація – це організований вивіз (вивід) і розселення в заміській зоні іншого населення великих міст, а також вивіз (вивід) у безпечних місцях населення, що проживають у районі можливого катастрофічного затоплення у випадку руйнування гідротехнічних споруджень.

Успішне рішення завдання по розосередженню робітників та службовців і евакуації населення дозволить значно знизити втрати серед населення у випадку застосування супротивником зброї масової поразки.

Розосередженням і евакуацією керують начальники цивільної оборони і їхні штаби. У допомогу їм для підготовки й практичного проведення розосередження й евакуації населення з великих міст створюються крайові, обласні, міські й районні евакуаційні комісії. Такі комісії також повинні створюватися на великих об'єктах народного господарства. У сільських районах створюються комісії із прийому й розміщення розосередженого й евакуйованого міського населення.

Начальники й штаби цивільної оборони, а також комісії сільських районів здійснюють прийом і розміщення розосередженого й евакуйованого з міст населення, його працевлаштування, медичне й побутове обслуговування.

Досить важливим по значимості заходом є своєчасне й організоване розміщення населення в притулках і укриттях. Варто враховувати, що якщо люди укриються навіть у траншеї або неприкритій щілині, то ймовірність поразки ударною хвилею ядерного вибуху зменшиться в 1,5-2 рази в порівнянні з розташуванням на відкритій місцевості.

Якщо траншею або щілину перекрити, то вони, крім того, будуть захищати від світлового випромінювання, краплинно-рідких отруйних речовин і послабляти дія радіоактивні випромінювання в 40 разів у порівнянні з випромінюваннями на відкритій місцевості.

Притулки зі спеціальним устаткуванням повністю забезпечують комплексний захист від радіоактивних і отруйних речовин, бактеріальних аерозолів, світлового випромінювання й зменшують імовірність поразки ударною хвилею в 3÷5 і більше раз.

У великих містах на важливих об'єктах народного господарства ще в мирний час будуються притулки зі спеціальним устаткуванням для вкриття найбільшої зміни робітників та службовців підприємств і організацій, що продовжують діяльність у місті у воєнний час. Крім того, для захисту робітників та службовців цих підприємств при необхідності в певний період часу зводяться притулки зі спрощеним устаткуванням.

У населених пунктах сільської місцевості й у невеликих містах укриття повинні забезпечити захист місцевого населення й евакуйованих громадян головним чином від радіоактивних речовин, а також хімічного й бактеріального зараження. Із цією метою ще в мирний час проводиться необхідна підготовча робота, а при виникненні погрози нападу супротивника повсюдно обладнаються протирадіаційні укриття, пристосовуються під укриття житлові й виробничі будинки, підвали будинків, льоху, овочесховища, силосні ями або використовуються для захисту людей природні укриття – підземні виробітки, кар'єри, яри, виїмки.

Велике значення має забезпечення населення індивідуальними засобами захисту. Вирішується це завдання плановим постачанням робітників та службовців індивідуальними засобами захисту, а також завчасним виготовленням самими громадянами найпростіших засобів захисту.

Заходи цивільної оборони по захисту населення від зброї масової поразки виявляться ефективними за умови, що всі громадяни будуть навчені засобам і способам захисту. Можна мати в достатній кількості різні засоби захисту, але якщо люди не будуть уміти ними користуватися, то ці засоби виявляться марними. Можна заздалегідь добре спланувати евакуацію й забезпечити її всім необхідним, але якщо евакуйовані не будуть знати, що їм робити, евакуація в заміську зону може не бути проведена у встановлений термін.

Нагальна потреба загального й обов'язкового навчання населення країни способам захисту від зброї масової поразки. Поки існує погроза військового нападу, населення повинне серйозно й наполегливо навчатися способам захисту від ядерної, хімічної й бактеріологічної зброї й діям у вогнищах масової поразки (зараження). Навчання це проводиться по відповідних програмах за місцем роботи, навчання й проживання. До навчання по цивільній обороні залучається все населення країни, починаючи зі шкільного віку.

Підготовку населення організують і здійснюють начальники цивільної оборони і їхніх штабів, керівники підприємств, установ і навчальних закладів, начальники житлово-експлуатаційних контор (домоуправлінь).

Дуже важливо мати в місцях розосередження й евакуації населення запаси продовольства, предметів першої необхідності, медикаментів, ємності для води, захищені від радіоактивного, хімічного й бактеріального зараження.

Серед інших захисних мір не мале значення має проведення профілактичних заходів, що дозволяють запобігти або знизити ефективність впливу на людей радіоактивних і отруйних речовин, а також бактеріальних засобів.

Заходу цивільної оборони при погрозі нападу супротивника й застосування їм зброї масової поразки можуть успішно здійснюватися за умови організації надійної й стійкої системи спостереження, оповіщення й лабораторного контролю.

Рівень розвитку сучасної ракетної техніки дозволяє доставляти засоби масової поразки на величезні відстані за мінімальний час, обчислювальний хвилинами. У цих умовах система спостереження й оповіщення повинна спрацювати швидко, для того щоб встигнути використовувати всі наявні засоби захисту населення від зброї масової поразки.

Оповіщення штабів, служб, формувань і населення про безпосередню погрозу нападу супротивника, а також про радіоактивне, хімічне або бактеріальне зараження здійснюється подачею єдиних сигналів, шляхом

позачергового використання всіх наявних засобів зв'язку й провідного оповіщення, звукопідсилювальних станцій і сигнальних засобів.

Найважливішим завданням цивільної оборони є здійснення заходів, щопідвищують стійкість роботи об'єктів промисловості, енергетики, транспорту й зв'язку в умовах ядерного нападу супротивника.

Якщо в мирний час робота народного господарства в основному залежить від наявності в достатніх кількостях необхідних для виробництва видів енергії, а також від своєчасних поставок підприємствам сировини, напівфабрикатів, технологічного устаткування, то у воєнний час до всього цього додається протидія всіх ланок народного господарства руйнуючій дії вражаючих факторів сучасної зброї. Чим вище буде ця протидія, тим стабільніше буде працювати народне господарство у воєнний час.

Ступінь стійкості роботи народного господарства і його галузей обумовлює завчасним проведенням організаційних, інженерно-технічних і технологічних заходів, спрямованих на підтримку й підвищення стійкості роботи як окремих об'єктів, так галузей і народного господарства в цілому.

Великим і складним завданням цивільної оборони є організація й проведення рятувальних і невідкладних аварійно-відбудовних робіт у вогнищах масової поразки.

До основних рятувальних і невідкладних аварійно-відбудовних робіт ставляться:

- розвідка у вогнищах поразки (зараження) і по сліду руху радіоактивних хмар;
- локалізація й гасіння пожеж;
- пророблення проходів і проїздів у завалах;
- розшук, доставання і транспортування уражених зі зруйнованих і завалених захисних споруджень, з-під завалів, з палаючих будинків і задимлених приміщень;
- медична допомога ураженим і евакуація їх з вогнищ поразки в лікувальні установи;

- локалізація й ліквідація аварій на ушкоджених комунально-енергетичних мережах і лініях, що можуть викликати поразки людей від вторинних факторів;

- санітарна обробка людей і знезаражування їхнього одягу;
- знезаражування території, споруджень, транспорту й техніки;
- невідкладні аварійно-відбудовні роботи на життєво важливих об'єктах і комунікаціях з метою проведення рятувальних робіт.

У вогнищах хімічного й бактеріального зараження в основному проводяться роботи з рятування людей і здійснюються невідкладні заходи, пов'язані з обеззаражуванням території, споруджень, транспорту й устаткування.

ВИСНОВКИ

При виконанні бакалаврської роботи:

- Розроблено технологічний процес механічної обробки циліндр «ЦЛ 86.03»;
- Сформовано комплект технічної документації з виготовлення деталі.
- Сконструйовано пристосування для забезпечення умов виготовлення та контролю деталі.
- Описано основні аспекти організації й планування виробництва.
- Спроектовано ділянку механічної обробки деталі.
- Проведені економічні розрахунки.
- Узагальнено викладено науково-дослідну роботу на тему – «Дослідження покриттів металів». Зроблено висновки.
- Приведено рекомендації до охорони праці на виробництві.
- В узагальненій формі викладено заходи цивільної оборони робітників підприємства.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Горбацевич А. Ф., Шкред В. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для машиностроительных специальностей вузов, 4-е издание, перераб. и доп. – Минск, Высшая школа, 1983 г.
2. Режимы резания металлов Барановский Ю. В. Справочник. М., «Машиностроение», 1990 г.
3. Технология машиностроения Мельников Н. Ф. и др. М. Машиностроение, 1977 г. 326 стр.
4. Расчеты потребного количества технологического и транспортного оборудования в дипломном проекте : Методические указания. ПГТУ, 1985.
5. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов Баранчиков В. И. Справочник. М., «Машиностроение», 1990 г.
6. Расчеты площадей промышленного и вспомогательного корпусов. План цеха : Методические указания. ПГТУ, 1985.
7. Основы проектирования машиностроительных заводов. Мамаев В. С., Осипов Е. Г. М. "Машиностроение", 1974.
8. Основы проектирования машиностроительных заводов. . Егоров М. Е. - М; Машиностроение, 1982.
9. Экономика, организация и планирование машиностроительных предприятий : сборник задач / С. С. Грацевский, А. Я. Рапопорт, А. П. Турутов [и др.]; под ред. А. П. Градова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, 1974. – 304 с.
10. Якобсона М. О. Единая система планово-предупредительного ремонта и рациональной эксплуатации технологического оборудования машиностроительных предприятий / М. О. Якобсон. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1967. – 592 с.: ил., прил.
11. Справочник по производственному контролю в машиностроении/ А. К. Кутая [и др.] – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, 1974. – 676 с., ил.
12. Общие машиностроительные нормативы времени вспомогательного, на

обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. – 2-е изд. – М.: Машиностроение, 1974. – 421 с.. Вардашкин Б. Н. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Т.1 / В. Д. Бирюков [и др.], под ред. Б. Н. Вардашкина и В. В. Данилевского. – М.:Машиностроение, 1984 – 592 с., ил.

13. Балабанов А. Н. Краткий справочник технолога-машиностроителя. – М.: Издательство стандартов, 1992. – 464 с.

14. Справочник технолога – машиностроителя. В 2-х т. Т. 1/ Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб и доп. – М.: Машиностроение, 1986. – 656 с., ил.

15. Егоров А. А. Основы проектирования механосборочных участков и цехов: Учеб. пособие (для студ. спец. 7.090.202 «Технология машиностроения») / А. А. Егоров, С. Ю. Стародубов. – Алчевск: ДГМИ, 2002. – 48 с.

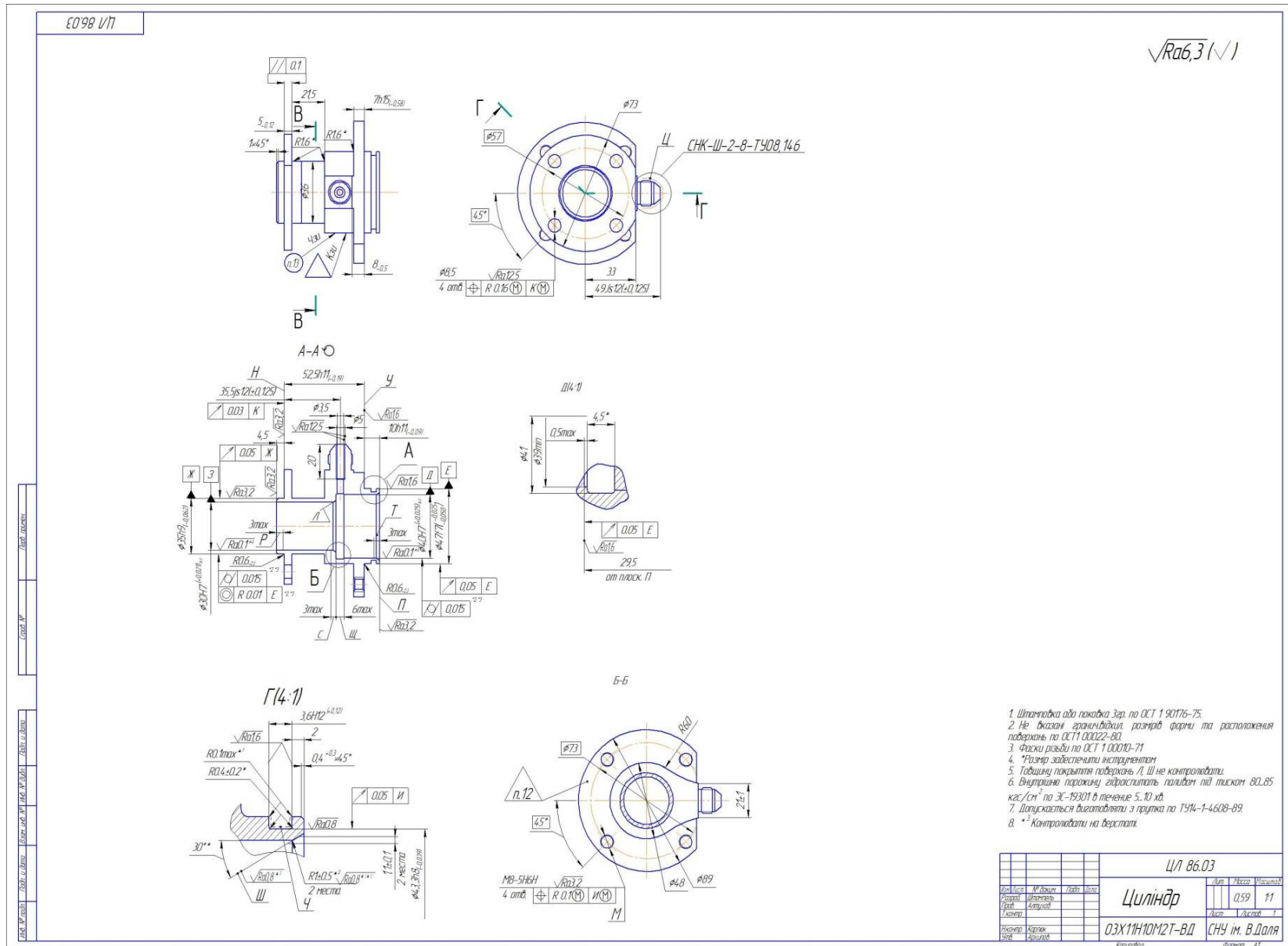
16. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя / В. И. Анурьев. – в 3-х т., Т.2. – 9-е изд., перераб. и доп.: под ред. И. Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2006. – 960 с.

17. Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении: Учеб. пособ. для машиностроит. спец. вузов/ Я. М. Радкевич, В. А. Тимирязев, А. Г. Схиртладзе, М. С. Островский; под ред. В. А. Тимирязева. – М.: Высш. шк., 2004. – 272 с.

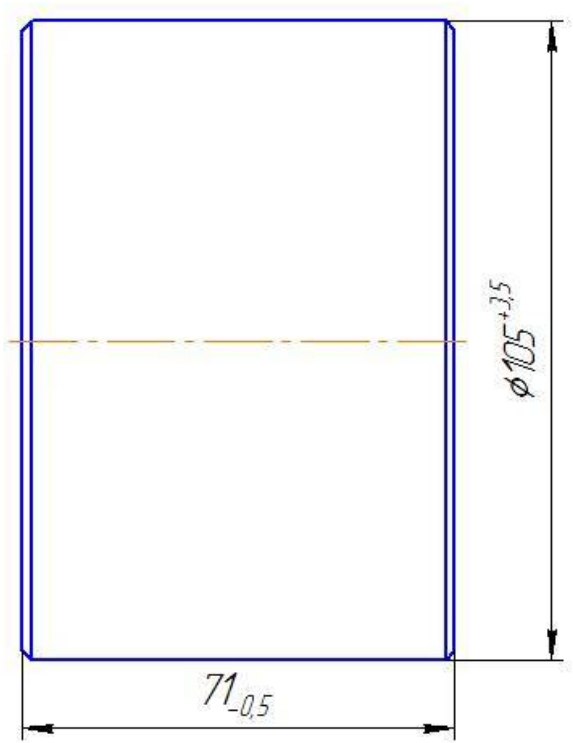
18. Справочник по производственному контролю в машиностроении/ А.К. Кутая [и др.] – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, 1974. – 676 с., ил.

19. Мельников Г. Н., Вороненко В. П. Проектирование механосборочных цехов; Учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов/Под рад. А. М. Дальского – М.: Машиностроение, 1990. – 352 с.: ил.

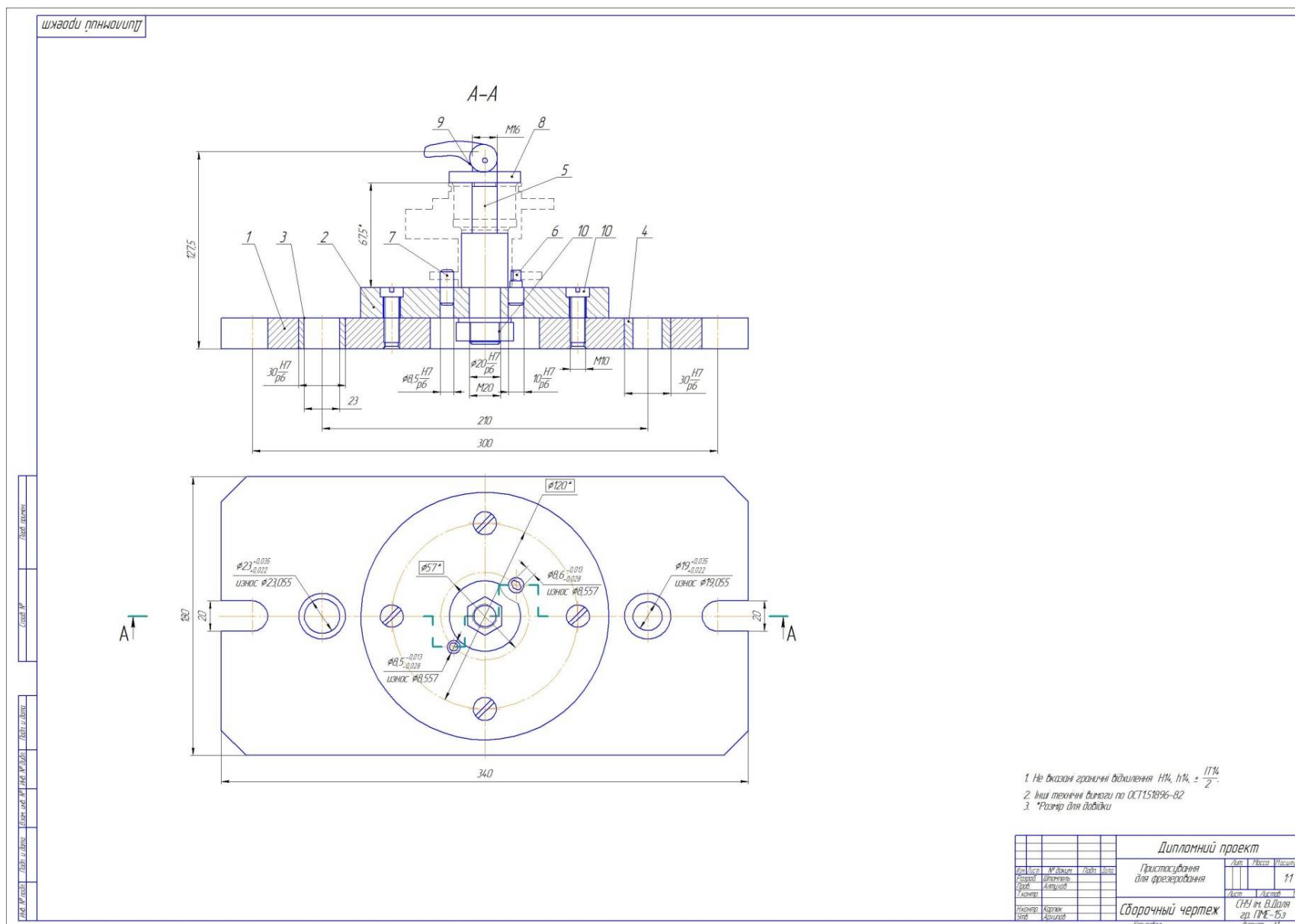
ДОДАТОК 1 – Деталь



ДОДАТОК 2 – Заготовка

Перв. примен.	Дипломний проект										
Стор. №											
Подп. и дата	Инд. № дубл.	Взам. инв. №	Дипломний проект								
Инд. № подл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Заготовка (прокат)		Лит.	Масса	Масштаб
									у	4,79	1:1
									Лист	Листов	1
								03X11H10M2T-BD	СНУ ім. В.Даля зр. ПМЕ-153		
									Формат A4		
									Копіював		

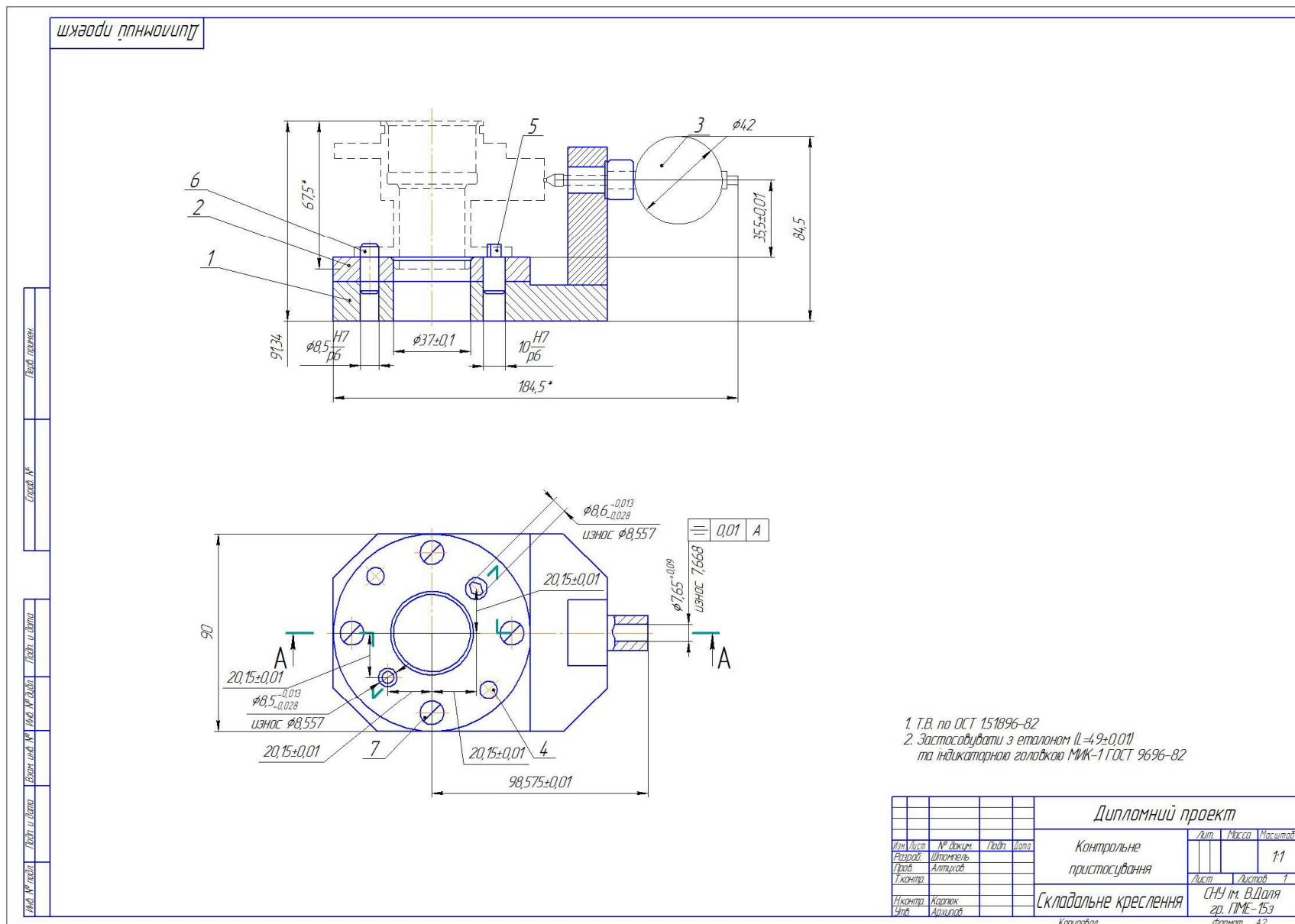
ДОДАТОК 3 – Пристосування для фрезерування



Перв. примен.		Формат	Зна	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
						Документація		
					Дипломний проект	Складальне креслення		
						Деталі		
Справ. №			1		ДП 001	Плита 1	1	
			2		ДП 002	Плита 2	1	
			3		ДП 003	Втулка 1	1	
			4		ДП 004	Втулка 2	1	
			5		ДП 005	Палець	1	
			6		ДП 006	Фіксатор ромбічний	1	
			7		ДП 007	Фіксатор циліндричний	1	
			8		ДП 008	Шайба	1	
			9		ДП 009	Ексцентриковий затиск	1	
Подп. и дата						Стандартні вироби		
Взам. инв. №						Гвинт М10-д8 x 30 ГОСТ92-0725-72	5	
Подп. и дата								
Инв. № подл.								
		Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Дипломний проект		
		Разраб.	Штомпель			Приспосовування для фрезерування Лист 1 Листов 1		
		Пров.	Алтухов					
		Н.контр.	Карлюк					
		Утв.	Архипов					
						СТУ ім.В.Далія, гр. ПМЕ-153 Формат А4		

Копіював

ДОДАТОК 4 – Пристосування контрольне



<i>Перв. примен.</i>	<i>Формат</i>	<i>Знач.</i>	<i>Поз.</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Кол.</i>	<i>Примечание</i>
					<i>Документація</i>		
				<i>Дипломний проект</i>	<i>Складальне креслення</i>		
					<i>Деталі</i>		
<i>Справ. №</i>							
			1	<i>ДП 001</i>	<i>Основа</i>	1	
			2	<i>ДП 002</i>	<i>Плита установча</i>	1	
			3	<i>ДП 003</i>	<i>Втулка для індикатора</i>	1	
					<i>Стандартні вироби</i>		
			4		<i>Гвинт М10-д8 x 30 ГОСТ92-0725-72</i>	4	
<i>Подп. и дата</i>							
<i>Взам инв. №</i>							
<i>Инв. № дубл.</i>							
<i>Подп. и дата</i>							
<i>Инв. № подл.</i>							
	<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	<i>Дипломний проект</i>	
	<i>Разраб.</i>	<i>Штопель</i>					
	<i>Пров.</i>	<i>Алтухов</i>				<i>Контрольне пристосування</i> Корювал Формат А4	
	<i>Н.контр.</i>	<i>Карлюк</i>					
	<i>Утв.</i>	<i>Архипов</i>				Лист 1 Лист 1 Листов 1 СТУ ім В. Доля, гр. ПМЕ-15з	

ДОДАТОК 5 – План ділянки

