

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Машинобудівний навчально-науковий інститут
Кафедра інженерної механіки та технології машинобудування

«Допущений до захисту»

Завідувач кафедри ІМ та ТМ

д-р техн. наук, професор М.Р. Ткач

 « 12 » 12 _____ 2024 р.

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи магістра

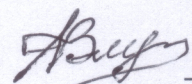
на тему: «Удосконалення технології відновлення

штоку супорта ($\varnothing$ 50 мм, $L = 610$ мм)»

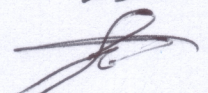
Галузь знань 13 «Механічна інженерія»

Спеціальність 131 «Прикладна механіка»

Освітньо-професійна програма «Технології машинобудування»

Студент групи 6261м  Александров В.М.
(прізвище та ініціали)

Керівник  Новошицький А.В.
(прізвище та ініціали)

Рецензент  Ніколаєв О.Л.
(прізвище та ініціали)

Миколаїв 2024

Національний університет кораблебудування

імені адмірала Макарова

Інститут _____ Машинобудівний навчально-науковий _____
Кафедра _____ Інженерної механіки та технології машинобудування _____
Освітній рівень _____ Магістр _____
Спеціальність _____ 131 «Прикладна механіка» _____
(шифр і назва)
Освітньо-професійна програма _____ «Технології машинобудування» _____
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ІМ та ТМ
д.т.н., професор М.Р.ТКАЧ

“ 12 ” 10 2024 р.

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

Александрова Валерія Миколайовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи „Удосконалення технології відновлення штоку супорта(Ø50 мм; L = 610 мм)”

керівник роботи к.т.н., доцент Новошицький А.В.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “1”10.2024 р. 1032-уч _____

2. Строк подання студентом роботи 2.12.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи Робоче креслення деталі; нормативна література; держстандарти; довідники

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1) Загальний розділ: Призначення та аналіз технологічності деталі.

2) Науковий розділ – Аналіз та дослідження з наукової теми роботи.

3) Технологічний розділ: Аналіз заводського техпроцесу. Вибір заготовки. Розробка маршрутної та операційної технології. Розрахунок припусків та режимів різання на одну з поверхонь деталі. Технічне нормування. Вибір обладнання, ріжучого та вимірювального інструменту.

4) Конструкторський розділ: Розрахунок і проектування спеціальних конструкцій пристроїв для верстатів та спеціального металорізального інструменту.

5) Проектування ділянки цеху – згідно методичних вказівок кафедри.

6) Організаційно-економічна частина – згідно методичних вказівок кафедри.

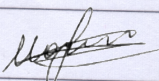
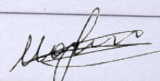
7,8) Охорона праці та навколишнього середовища – Розробка заходів з охорони праці та навколишнього середовища на

дільниці.

9) Цивільний захист – згідно методичних вказівок кафедри.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Креслення деталі, заготовки, спеціального пристрою до металорізального верстату, спеціального металорізального або вимірювального інструменту, налагодження до однієї з технологічних операцій, планування дільниці цеху, плакати до наукової частини

6. Консультанти розділів проекту

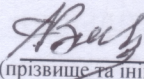
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
7,8			
Нормоконт роль	к.т.н.,доц.Моргун С.О.		

7. Дата видачі завдання 11.10.2024 р.

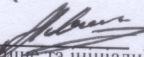
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примі
1	Оформлення та затвердження технологічного процесу. Оформлення креслення деталі (роздруковка у форматі А3)	25.10.2024	
2	Оформлення загального та технологічного розділів (1, 3)	6.11.2024	
3	Оформлення конструкторського розділу (4)	11.11.2024	
4	Оформлення наукового розділу (2)	22.11.2024	
5	Оформлення розділу з охорони праці та навколишнього середовища (7,8)	25.11.2024	
6	Оформлення розділу з цивільного захисту (9)	29.11.2024	
7	Оформлення креслень	до 2.12.2024	
8	Нормоконтроль (креслення у форматі А3)	2-9.12.2024	
9	Затвердження МР на кафедральному перегляді (ПЗ, креслення у форматі А1)	6-14.12.2024	
10	Оформлення та передача електронного варіанту роботи(текстові та графічні матеріали у форматі PDF)	11-16.12.2024	
11	Затвердження МР зав.кафедрою (подання, анотація)	11-16.12.2024	
12	Рецензування	16-21.12.2024	

Студент
(підпис)

 Александров В.А.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи
(підпис)

 Новицький А.В.
(прізвище та ініціали)

« 11 » 10

2024р.

АНОТАЦІЯ

В магістерській роботі на тему «Удосконалення технології відновлення штоку супорта ($\varnothing 50$ мм, $L = 610$ мм)» надано опис призначення деталі та характеристика матеріалу, з якого вона виготовлена, зроблено аналіз її технологічності, вибір та обґрунтування типу виробництва, розроблено технологічний процес виготовлення, а також розглянуті питання з аналізу впливу зміцнення інструмента на їх ріжучі властивості.

В магістерській роботі наведені розрахунки спеціальних пристосувань та ріжучого і вимірювального інструментів, спроектована дільниця з виготовлення деталі, розраховані техніко-економічні показники дільниці і доцільність її проектування, розроблені заходи з охорони праці та навколишнього середовища на дільниці. Наведена оцінка захисту обладнання дільниці механічного цеху від електромагнітного імпульсу.

Ключові слова: шток супорта, заготовка, припуски, пристосування фрезерувальне для вимірювання непаралельності, свердло-зенкер.

ABSTRACT

In the master's thesis on the topic «Improvement of the caliper rod manufacturing technology ($\varnothing 50$ mm, $L = 610$ mm)» a description of the purpose of the part and the characteristics of the material from which it is made, an analysis of its manufacturability, the choice and justification of the type of production, as well as considered questions on the analysis of the influence of tool strengthening on their cutting properties.

In the master's work, the calculations of special devices and cutting and measuring tools are given, the section for the manufacture of the part is designed, the technical and economic indicators of the section are calculated and the feasibility of its design, the measures for labor and environmental protection at the section are developed. The evaluation of the protection of the equipment of the mechanical shop section against the electromagnetic pulse is given.

Key words: caliper rod, workpiece, allowances, milling device for measuring non-parallelism, countersink drill.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА	7
1.1. Призначення і конструкція деталі	8
1.2. Характеристика матеріалу деталі	8
1.3. Конструктивно-технологічна характеристика деталі	9
1.4. Вибір типу виробництва	9
2. НАУКОВА ЧАСТИНА	12
Вступ	13
2.1. Класифікація зносостійких покриттів, нанесених на ріжучі інструменти	13
2.2. Вакуумно-плазмові покриття (КИБ)	17
2.3. Вплив зносостійких покриттів на температуру різання	22
2.4. Аналіз впливу зміцнення інструмента на їх ріжучі властивості	27
3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	36
3.1. Економічне обґрунтування вибору заготовки	38
3.2. Вибір варіанту технологічного маршруту та його техніко-економічне обґрунтування	38
3.3. Розрахунок припусків на механічну обробку штампованої заготовки	39
3.4. Вибір обладнання та оснастки	40
3.5. Розрахунок припусків на механічну обробку штампованої заготовки	42
3.6. Розрахунок режимів різання	45
3.7. Технічне нормування	58
4. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	62
4.1. Проектування фрезерувальної головки	63
4.2. Розрахунок пристосування для затискування і позиціонування деталі	65
4.3. Конструювання комбінованого (свердло-зенкер) ріжучого інструмента	67
4.4. Проектування вимірювального інструменту	72
4.5. Опис схеми налагодження на свердлильну операцію з ЧПК	74
4.6. Опис схеми налагодження на фрезерувальну (чорнову) операцію	74

						Арк.
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

5. ПРОЕКТУВАННЯ ДІЛЬНИЦІ	75
5.1. Коротка характеристика ділянки	76
5.2. Опис служб механічного цеху і ділянки, що проектується	77
5.3. Конструкція будівлі	77
5.4. Вихідні данні для проектування ділянки цеху по виготовленню штока супорта	78
5.5. Визначення і розрахунок партії запуску деталей	79
5.6. Розрахунок штучно-калькуляційного часу виготовлення деталі	80
5.7. Визначення фонду часу роботи обладнання	81
5.8. Розрахунок потрібної кількості обладнання та його завантаження	83
5.9. Складання графіка завантаження обладнання	84
5.10. Складання кошторису витрат на основне обладнання	88
5.11. Організація виробництва на ділянки	89
5.12. Розрахунок основних та допоміжних площ ділянки за питомими нормативами	90
5.13. Розрахунок висоти цеху	92
5.14. Розрахунок чисельності працюючих на ділянки	92
5.15. Зведена відомість працюючих на ділянки	95
5.16. Визначення вартості капітальних вкладень ділянки	96
6. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	98
6.1. Склад і методика розрахунку річного фонду заробітної плати працівників ділянки	99
6.2. Визначення фонду заробітної платні основних робітників	100
6.3. Визначення фонду заробітної платні допоміжних робітників	101
6.4. Визначення фонду заробітної платні службовців, спеціалістів і молодшого обслуговуючого персоналу	102
6.5. Визначення середньорічної і середньомісячної заробітної плати працюючих на ділянки	103
6.6. Розрахунок витрат на утримання й експлуатацію устаткування	104

						Арк.
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

6.7. Визначення фактичної собівартості та фінансових результатів виготовлення деталі	110
6.8. Розрахунок обсягів капітальних вкладень і строків окупності проекту	112
6.9 Техніко-економічні показники ділянки	115
7. ОХОРОНА ПРАЦІ	118
Вступ	119
7.1. Аналіз небезпек та шкідливостей на ділянці	119
7.2. Вимоги з техніки безпеки при роботі на токарних верстатах	121
7.3. Розрахунок звукового тиску на робочих місцях	122
7.4. Методи зниження шуму	124
8. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	126
Вступ	127
8.1. Охорона навколишнього середовища	127
9. ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ	130
Вступ	131
9.1. Захист обладнання ділянки механічного цеху від електромагнітного імпульсу	131
ВИСНОВКИ	137
ЛІТЕРАТУРА	138

						Арк.
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

ВСТУП

Машинобудування, яке постачає нову техніку до всіх галузей народного господарства, визначає технічний процес країни та вирішальний вплив на утворення матеріальної бази нового суспільства. У зв'язку з цим його розвитку завжди приділялось велике значення.

В сучасних умовах розвитку суспільства одним з самих визначних факторів технологічного процесу в машинобудуванні є удосконалення технології виробництва. Перетворення виробництва можливе в результаті утворення більш удосконалених засобів праці, розробки нових технологій. Розвиток та удосконалення любого виробництва в наш час пов'язано з його автоматизацією, широким використанням обчислюваної техніки, використання верстатів з ЧПК. Все це складає базу, на якій утворюються автоматизовані системи управління, через що становиться можливим оптимізація технологічного процесу та режимів обробки.

Розвиток технології машинобудування буде йти в напрямку подальшої уніфікації та стандартизації технологічного процесу виготовлення виробів, скорочення вартості і трудомісткості застосування вискоефективного обладнання. Механізація і автоматизація виробничих процесів є основою підвищення продуктивності праці, підвищення випуску продукції.

Величезні перспективи відкриваються перед технологічною наукою в зв'язку з застосуванням ЕОМ.

В даному дипломному проекті розглянуті питання технологічного забезпечення якості деталей, які виготовляємо, питання продуктивності праці та економічності технологічних процесів, а також розробки технологічного процесу обробки штока із застосуванням верстатів з ЧПК в серійному виробництві.

						Арк.
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1. Призначення та конструкція деталі

Деталь, що представлена в даному дипломному проекті, являє собою шток-штангу для супорта в верстаті для плазмового різання металу. Деталь виготовлена зі сталі 20 з каліброваного прокату з штамповкой на ньому технологічного хвостовика. Деталь є відповідальною і тому виготовляється з високою точністю.

При роботі в супорті верстата деталь, рухаючись за рахунок закріпленої на ній рійки, по направляючим підшипника, здійснює взаємно-поступові рухи, що в свою чергу призводить до зносу напівлисок деталі. Виходячи з цього, треба з часом замінювати зношені деталі, а також виготовлення нових верстатів тягне за собою виготовлення нових деталей. Цим обумовлюється партія випуску деталей – 2000 шт.

На кінці штока супорта закріплюється різак для плазмового різання металу. Тому сама деталь повинна мати жорсткість і в той же час бути як можна легше. Виходячи з цього виготовляється глибокий отвір.

1.2. Характеристика матеріалу деталі

Деталь, що представлена в даному дипломному проекті, являє собою шток-штангу для супорта в верстаті для плазмового різання металу. Деталь виготовлена зі сталі 20 з каліброваного прокату зі штампуванням на ньому технологічного хвостовика.

Механічна характеристика сталі 20 представлена у табл.1.1.

Механічні властивості сталі 20

Таблиця 1.1

Механічні властивості				Фізичні властивості			НВ
σ_B	σ_T	σ_{-1}	δ	α	ρ	λ	не більш
МПа			%	1/°C	г/см ³	Вт/м °C	
412	245	210	25	11,1x10 ⁶	7,82	78,5	163

Цю сталь можна нормалізувати при температурі $t = 850-900$ °C.

					6261м.01.МР.09.01.ПЗ	Арк.
						8
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3. Конструктивно-технологічна характеристика деталі

Деталь має шорсткість $Ra = 0,8$ мкм для базової поверхні, яку можна отримати тонким точінням з послідовним шліфуванням. Дві напівлиски з непаралельністю $0,0025$ мм, яка отримана фрезеруванням з одного установу. Отвори з різьбою, які знаходяться на торці, які зроблено під гвинт по 7 класу точності, можна отримати свердлінням. Паз роблять в вісім проходів кінцевою фрезою. Також отвір $\varnothing 36$ є глибоким і виконується за два проходи спеціальним інструментом. Свердлування та зенкування трьох отворів виконується на верстаті з ЧПК. Деталь проходить після чорнових операцій термообробку, що ускладнює технологічний процес. Деталь технологічна за загальними міркуваннями, але має більшу працемісткість із-за великих габаритів [14, 15].

1.4. Вибір типу виробництва

Орієнтовно тип виробництва визначимо виходячи з маси деталі і річної виробничої програми. Приймаємо мілко серійне виробництво [1, табл.2.4, с.12].

При проектуванні можна вважати, що тип виробництва залежить від двох факторів, а саме: заданої програми та працемісткості виготовлення виробу. На основі заданої програми розраховується такт випуску виробу b_g , а працемісткість визначається одиничним часом $T_{од.}$ по операціям технологічного процесу. Відношення цих величин прийнято називати коефіцієнтом серійності:

$$K_c = \frac{b_g}{K_{од.}}$$

Звичайно вважають, що коефіцієнт серійності визначає кількість різних операцій по обробці однієї чи декількох деталей, закріплених за одним верстатом на протязі року.

Прийняті наступні значення коефіцієнта серійності:

для масового виробництва $K_c=1$;

для крупно серійного виробництва $K_c=2 - 10$;

для серійного виробництва $K_c=10 - 20$;

для дрібно серійного виробництва $K_c > 20$ [5, с.20].

					6261М.01.МР.09.01.ПЗ	Арк.
						9
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Однак, орієнтовано тип виробництва може бути вибраний також згідно таблиці 1[6, с.12].

Залежність типу виробництва від обсягу випуску (шт.) і маси деталі

Таблиця 1.2

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

Маса деталі 13 кг, річна програма випуску – 2000 шт. Отже , обираємо середньо серійний тип виробництва.

					6261М.01.МР.09.01.ПЗ	Арк.
						10
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. НАУКОВА ЧАСТИНА

Вступ

В сучаснім машинобудуванні обробка різанням є головним методом остаточного отримання розмірів деталей. Ріжучі інструменти працюють в умовах впливу складного комплексу факторів: високих контактних напруг та температур, а також активне протікання фізико-хімічних процесів. Контактні напруги, діючі на передню і задню поверхню інструменту при обробці низьколегованих сталей, змінюються в межах 700-1000 МПа. Одночасно в зоні різання і на границях контакту інструмент-оброблюваний матеріал виникають температури, значення яких змінюються в межах 200-1100 °С. При цьому контактні площі інструменту інтенсивно зношуються в умовах абразивного впливу інструментального матеріалу, адгезійно-усталосних, корозійно-окислюючих та дифузійних процесів.

Застосування традиційних методів підвищення працездатності ріжучого інструменту за рахунок складного легування інструментальних матеріалів в теперішній час обмежено із-за дефіциту ряду елементів. При цьому інструментальний матеріал повинен одночасно мати достатній запас міцності при стиканні та згині, прикладенні ударних імпульсів та знакозмінних напруг.

По мірі збільшення вмісту карбідів титану (TiC) і вольфраму (WC) значно збільшується зносостійкість для твердих сплавів груп BK (WC-Co) і ТК (WC-Ti-Co), яка зберігається при підвищених температурах. Це запобігає значному підвищенню працездатності інструментів, виготовлених із вказаних сплавів, при підвищених швидкостях різання. Однак, ефективність цих інструментів різко знижується по мірі збільшення товщини зрізаної стружки. В цих умовах значно краще працюють твердосплавні інструменти з підвищеним вмістом кобальту тому, що вони мають високі міцність при згині та ударну в'язкість, а також зменшену схильність до крихкого руйнування.

Кожна група інструментальних матеріалів має свої достоїнства та недоліки і удосконалення матеріалів йде шляхом отримання оптимального поєднання цих якостей. При цьому цілковито очевидно, що за допомогою поверхневого

					6261м.01.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						12
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зміцнення не можна створити універсальний ріжучий інструмент, але можна раціональніше, ніж це дозволяють інші методи, використовувати твердість і в'язкість матеріалу. Така можливість з'являється у зв'язку зі специфікою методів поверхневого зміцнення, котрі припускають в тій чи іншій мірі тонких зміцнених шарів, в той час, як властивості глибоко лежачих шарів при цьому не змінюються, тобто нанесення покриття на інструментальний матеріал дозволяє отримати тверду та теплостійку поверхню при збереженні достатнього рівня міцності на згин і в'язкості інструментальної основи.

2.1. Класифікація зносостійких покриттів, які нанесені на ріжучі інструменти

З урахуванням специфіки роботи інструмента, необхідності погодження властивостей матеріалів покриття і інструмента, технологічних особливостей методів отримання покриття та загального підходу до властивостей матеріалу покриття вимогам до покриттів для ріжучих інструментів можуть бути поділені за загальними ознаками на групи.

До першої групи віднесені вимоги до покриттів, враховуючі умови роботи інструменту, тобто службове призначення його. Покриття повинні мати:

- 1) високу твердість, яка перебільшує твердість матеріалу інструмента та зберігати її при високих температурах;
- 2) інертність до адгезії з оброблюваним матеріалом по всіх діапазонах обраних температур;
- 3) стійкість проти високотемпературної корозії та окислення;
- 4) стабільність механічних властивостей при температурах не нижче температур теплостійкості інструментального матеріалу;
- 5) інертність до розчинення в оброблюваному матеріалі при високих температурах;
- 6) опір руйнуванню при значних коливаннях температур на напругу.

До другої групи віднесені специфічні вимоги до інструментального матеріалу із покриттям - як єдиному композиційному тілу. В цьому випадку матеріали покриття і інструмента повинні мати:

					6261м.01.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						13
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1) зродність кристалохімічної побудови, при якій можливо забезпечити міцний адгезійний зв'язок між ними;

2) оптимальне співвідношення основних фізико-механічних і теплофізичних характеристик (модуль пружності, коефіцієнти Пуассона, термічного розширення, теплопровідності і температуропроводності).

Найбільше розповсюдження отримали моно шарові покриття на основі карбідів, нітридів, карбонітридів тугоплавких матеріалів IV-VI груп Періодичної системи елементів.

Деякі з вказаних сполучень вже знайшли широке застосування, в частості, карбіди і нітриди титану. Застосування інших сполучень обмежено із-за дефіцитності ряду тугоплавких металів і складної технології отримання їх сполучень діючими методами. Однак, унікальність їх властивостей, особливо таких, як висока твердість, котра зберігається при підвищених температурах, хімічна інертність по відношенню до конструкційних сталей, жаростійкість, корозійна стійкість і т. ін. Дозволяє припустити, що частина з них знайде широке застосування в якості покриттів. Особливо це відноситься до нітридів, карбонітридів, боридів, окислів їх сумішей тугоплавких металів.

По-перше, характерною особливістю цих металів є наявність у них дефекту електронів на внутрішніх електронних орбітах s, p, d, що робить їх дуже схильними до набування електрона із різного джерела. Таким джерелом можуть бути між вузлові атоми вуглецю, азоту та кисню.

Між вказаними електронними рівнями існує невелика різниця в енергії, внаслідок чого стає можливим взаємо перехід електронів з одного рівня на інший. Ці переходи сильно залежать від температури та тиску.

По-друге, більшість перехідних металів мають достатньо великі радіуси атомів і можуть підкорятися правилу Хегга, згідно до якого відношення радіуса атомів неметалу до радіусу атомів металу r_x/r_m менше критичного значення (0,59).

Для металів IV групи (Ti, Zr, Hf) витримується правило Хегга, що призводить до створенню простих структур, в котрих превалірує зв'язок Me-Me.

					6261м.01.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						14
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Атоми кисню, азоту та вуглецю можна розглядати, як вставлені в решітку атомів металу. Для металів У(Va,Nb, Ta) і УІ (Cr, Мо, W) груп Періодичної системи елементів, які мають великий атомний радіус, нітриди і карбіди характеризуються більш складними структурами.

По-третє, більшість сполучень перехідних металів мають широкі галузі гомогенності, що дозволяє в залежності від вмісту кисню, азоту та вуглецю достатньо сильно змінювати їх фізико-хімічні властивості. Остання обставина дуже важлива з точки зору можливості варіювання властивостями покриттів в залежності від умов застосування.

В-чотверте, перехідні метали та деякі їх сполучення мають дуже високу температуру плавлення, при чому найбільшу температуру плавлення мають сполучення із простою кубічною структурою типу NaCl, TiC, ZrC, HfC, TiN, ZrN, HfN, VC, NbC, TaC (тобто для них добре витримується і правило 15% Юм-Розері, згідно якому створення твердих розчинів можливо лише в тих випадках, коли максимальна різниця атомних розмірів не перебільшує приблизно 15% .) По мірі переходу до більш складних структур різниця між температурами плавлення чистого металу і його сполучень зменшується і може бути негативною, що властиво нітридам і окислам металів У групи, а також карбідам, нітридам і окислам металів УІ групи Періодичної системи елементів.

Більшість сполучень тугоплавких металів, маючи унікальні властивості і широкий діапазон властивостей, робить їх придатними до використання в якості покриттів, мають переваги і недоліки. З урахуванням відміченої вище двоякої природи покриття на ріжучому інструменті, як третього середовища між інструментальним та оброблюваним матеріалом, використання одного із тугоплавких сполучень в якості покриття не завжди може задовольняти основні вимоги, які ставлять до покриттів для ріжучих інструментів. Тому в теперішній час все більше застосування знаходять багатошарові покриття із перемінними властивостями і хімічним складом. Останні в максимальному ступені можуть задовольнити складному комплексу вимог, наданих до покриттів ріжучих інструментів. І крім цього, здатним добре опиратися руйнуванню в умовах розвитку тріщин або при сильних пластичних деформуваннях ріжучої частини.

					6261м.01.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						15
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Застосування багат шарових композиційних покриттів дозволяє вирішувати і інші задачі. Наприклад, з'являється можливість використання дуже крихких і кристалохімічно несумісних з інструментальним матеріалом систем, але маючих найбільшу термодинамічну устійчивість серед всіх зв'язних сполучень. Ці системи здатні зберігати високу твердість при високих температурах, мають підвищену пасивність по відношенню до любого оброблюваного матеріалу. До таких систем можна віднести, наприклад, деякі окисли (особливо Al_2O_3), борида (особливо HfB_2 , NbB_2 , TaB_2) і нітрида кремнію Si_3Ni_4 . Очевидно, що вказані системи найбільш доцільно використовувати в багат шарових композиційних покриттях в якості бар'єрних шарів. Ці шари могли б ефективно стримувати активні дифузійні процеси, служити своєрідним термоізолюючим шаром, знижувати схильність інструментального матеріалу до корозії та окисленню при високих температурах. Значну зацікавленість для покриттів представляють подвійні та потрійні системи: системи карбідів, нітридів, а також карбонітридів перехідних металів. Висока термодинамічна устійчивість, твердість і міцність зумовлені великим подобиєм структур і близькими розмірами атомів, які забезпечують наявність значних галузей взаємної розчинності. Розглянуті пари карбід-карбід:

$TiC-ZrC$; $Zr-TaC$; $NbC-TaC$; $TiC-HfC$; $HfC-NbC$; $NbC-MoC$; $ZrC-HfC$; $TiC-NbC$; $TiC-TaC$; $TiC-VC$.

Пари нітрид-нітрид: $TiN-ZrN$; $ZrN-HfN$; $TaN-CrN$; $TiN-HfN$; $ZrN-NbN$; $TiN-NbN$.

Пари карбід-нітрид: $TiC-TiN$; $VC-NbN$; $ZrC-ZrN$; $TiC-ZrN$; $NbC-TiN$; $NbC-ZrN$; $TiC-VN$; $NbC-VN$; $NbC-NbN$; $TiC-NbN$; $TaC-NbN$; $VC-TiN$; $ZrC-NbN$.

Ці сполучення мають широку галузь розчину і перспективні з точки зору можливості використання для створення композиційних покриттів. Вони підкоряються „правилу 15%” Юм-Розері.

Одним з важливіших параметрів покриття, який чинить сильний вплив на працездатність ріжучого інструменту є його товщина.

					6261м.01.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						16
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для твердосплавних пластинок, призначених для обробки жаростійких сталей та сплавів, товщина покриття повинна бути зменшена до 4-6 мкм при отриманні методом КИБ та 3-5 мкм – методом ГТ [1,6,8,26,34,39,43].

2.2. Вакуумно-плазмові покриття (КИБ)

Метод КИБ засновано на генерації речовини катодною плямою вакуумної дуги сильно точного низьковольтного розряду, який розвивається виключно в парі матеріалу електроду. Подача в вакуумний простір реагуючих газів (азоту, метану та ін.) в умовах іонного бомбардування призводить до конденсації покриття на поверхні ріжучого інструменту завдяки протіканню плазмохімічних реакцій.

Всі процеси випарювання, створення сполук, іонного бомбардування та конденсації покриття відбувається в вакуумній камері, металевий корпус якої служить анодом. Катод виготовляють з тугоплавкого матеріалу, підлягаючого випарюванню.

Під дією первинних електронів і іонів, генеруючих в дуговий проміжок катодом, відбувається іонізація випареної речовини і реагуючих газів, що призводить до створення високошвидкісних потоків, складених як із заряджених, так і з нейтральних частин матеріалу катода і реагуючих газів.

Особливістю методу КИБ є можливість прискорення з іонів речовини шляхом створення негативного заряду (відносно корпусу камери) на ріжучому інструменті.

З огляду високої щільності енергії в катодній плямі можливе випарювання різних електропровідячих матеріалів, в тому числі тугоплавких матеріалів ІУ-УІ груп Періодичної системи елементів.

Характерною особливістю методу КИБ є висока хімічна активність випареного матеріалу, зумовлена створенням конденсату при електродуговому випарюванні матеріалу катода, за рахунок котрого конденсат перетворюється в високо іонізований потік низькотемпературної плазми. Ступінь іонізації випареного металу і газу залежать від кристалохімічної природи випареного металу, тиску газу, напруженості магнітного поля (для установок обладнаних

					6261м.01.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						17
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

плазмооптичними устроями). Так як конденсат в процесі висадження піддається інтенсивному бомбардуванню іонами випареної речовини, то відбувається часткове його розщеплення, а також підвищення температури в зоні формування покриття. В наслідок цього різко зростає рухомість атомів на поверхні інструменту, відбувається активація хімічних реакцій між конденсатом і компонентами реакційної газової суміші.

Процес КИБ можна зобразити у вигляді двох послідовно протікаючих процесів: іонного бомбардування і конденсації покриття.

Для досягнення більших щільностей іонного потоку використовують спеціальні плазмооптичні устрої, які називаються холловськими ерозійно-плазмовими прискорювачами, котрі дозволяють регулювати як фізичні характеристики плазмового потоку, так і його швидкість.

В теперішній час у промисловості експлуатують декілька модифікацій вакуумно-плазмових установок на основі КИБ, створених фізико-технічним інститутом АН УССР. Типи вакуумно-плазмових установок: „Пуск 79-1”, „ИЭТ-8И”, „Булат-3Т”, „ННВ-6,6-И1”.

Починаючи з 1980 року був налагоджений серійних випуск установок, призначених для реалізації процесів нанесення покриттів електродуговим випаровуванням.

На рис.2.1 представлена принципова схема установки для реалізації описаного процесу.

Важливішим параметром процесу КИБ є тиск реакційного газу Р. Великий вплив на формування покриття чинять щільність потоку і енергія іонів в процесах бомбардування і конденсації покриття. Енергія іонів буде дуже залежати від атомної ваги випареного металу, прискорюю чого потенціалу $U_{\text{оп}}$.

					6261м.01.МР.09.02.ПЗ	Арк.
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

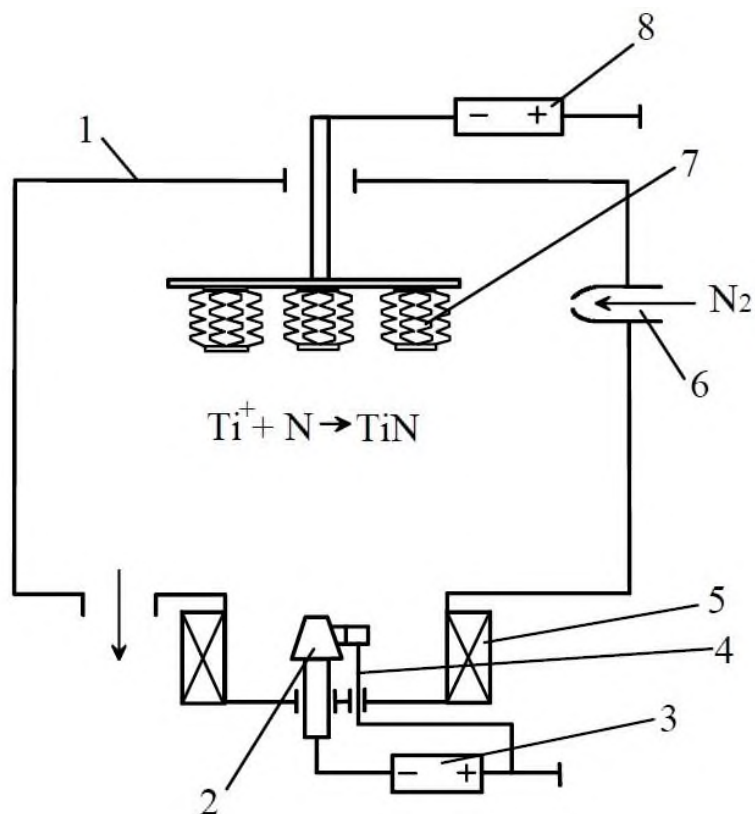


Рис. 2.1. Принципова схема установки для нанесення покриттів на ріжучий інструмент методом конденсації з іонним бомбардуванням:

1- корпус вакуумної камери; 2 - титановий катод; 3 - джерело живлення розряду; 4 - пристрій підпалу; 5 - магнітна котушка; 6 - введення реакційноздатного газу; 7 - ріжучий інструмент; 8 - джерело опорного напруги

На інструментальній матриці і відстань від катода до ріжучого інструменту L . У поєднанні із часом дії енергія іонів визначає температуру на робочих поверхнях інструменту, функція якої дуже важлива з точки зору створення необхідного енергетичного рівня термічної дії на поверхню ріжучого інструменту (іонне бомбардування), а також необхідного термодинамічного рівня, який допомагає благо приємному протіканню плазмохімічних реакцій. Із урахуванням ефекту напрямку плазмових потоків, коли найбільш якісні покриття формуються на поверхнях перпендикулярних до напрямку плазмового потоку, необхідно враховувати положення робочої поверхні інструменту відносно потоку, а також швидкість її пересування відносно плазмового потоку.

Параметри процесу КИБ здебільше носять випадковий характер, що визначає необхідність оптимізації цих параметрів на базі статичних ознак.

Розглянемо особливості моно шарових вакуумно-плазмових покриттів КИБ на основі нітридів тугоплавких металів IV-VI груп Періодичної системи елементів. Найбільше застосування в якості зносостійких покриттів для ріжучих інструментів отримали титановмістовні покриття, які мають властивості відповідні до вимог, які пред'являють до покриття для ріжучих інструментів.

Найбільш ефективно працюють інструменти із покриттям TiN, створеним при тиску $6,6 \cdot 10^{-1} \dots 1,3$ Па, в той час як максимальна твердість покриття знайдена при більш низьких значеннях тиску азоту ($1,3 \cdot 10^{-2}$ Па).

Рентгеноструктурні дослідження покриття TiN, отриманих при різноманітних значеннях тиску азоту, дозволяють пояснити цей факт.

При зміні тиску азоту змінюється конденсація азоту підрешітці титану, що зумовлює великі зміни параметрів покриття TiN і його властивості. В галузі тиску, який призводить до отримання покриття TiN максимальної твердості відрізняється і збільшення ширини дифракційних максимумів В(333), яке характеризує мікро викривлення решітки. Очевидно, максимальні мікро викривлення підрешітки титану пояснюються застосуванням атомів азоту, діаметр котрих більше діаметру сфери вписаної до відповідного проміжку підрешітки титану. Однак, велика твердість і високий рівень мікро викривлень призводять до зростання крихкості покриття, зниженню його опору мікро- і макро руйнуванню в умовах дії знакозмінних напруг, термічних ударів та пластичної зміни форми ріжучої частини інструменту. Так, найбільш незадовільно працюють крихкі покриття, які мають максимальну твердість, при різанні важкооброблюваного хромонікелевого сплаву ХНТТТЮР і симетричному фрезеруванні сталі 40Х.

По мірі зростання тиску азоту ($1,3 \cdot 10^{-1} \dots 1,3$ Па) значно зменшується рівень викривлень кристалічної решітки, зростає його пластичність, параметр решітки збільшується до рівня, відповідного стехіометричному складу нітридотитанового сполучення ($a = 0,42-0,0005$ Нм), що пов'язано зі зниженням швидкості конденсації покриття і його формування в більш рівно вагомих умовах. При

					6261м.01.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						20
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

цьому значно знижується крихкість покриття, в той час, як твердість його не достатньо висока і воно ефективно захищає контактні площі ріжучого інструмента від зношування. У вказаному діапазоні тиску азоту покриття TiN забезпечують максимальну ефективність ріжучих інструментів.

В галузі малих значень тиску (менше $1,3 \cdot 10^{-2}$ Па) твердість покриття різко падає, склад його відповідає двохфазній галузі, тобто наряду з нітридотитановим сполученням нестехіометричного складу в покритті знайдено ще й α -Ti, наявність якого допомагає різкому збільшенню схильності до схоплювання покриття і оброблюваного матеріалу. Таке покриття погано опирається зношуванню, міцність його зціплення з інструментальною матрицею знижується. Стійкість ріжучого інструмента із вказаним покриттям практично не відрізняється від стійкості інструмента без покриття.

Оптимальний тиск реакційного газу в вакуумній камері повинен визначатися в кожному індивідуальному випадку і залежить від складу катода, параметрів конкретної моделі установки. Для покриттів ZnN и (Ti-Cr)N оптимальний тиск азоту переміщується в галузь більш високих значень тиску порівняно з тиском азоту для покриття TiN.

Найбільш небезпечні наслідки перегріву інструментального матеріалу при іонному бомбардуванні, так як енергія іонів при бомбардуванні значно вище енергії іонів при конденсації покриття. Відмітимо значний вплив температури іонного бомбардування на стійкість інструменту. При температурі 800°C іонне бомбардування чинить найбільш благо приємний вплив на субструктуру поверхні твердого сплаву, що сприяє термомеханічній активації і міцному втриманню покриття на такій поверхні. При низькій температурі спостерігається тенденція повного відшарування покриття, при цьому стійкість твердосплавних пластинок збільшується дуже незначно (1000-1200 °C), є тенденція до розміцнення твердого сплаву.

Нітридотитанові покриття характеризуються дуже щільною, мілкодисперсною структурою із розміром зерна десь 80-200 нм. Кристали TiN мають стовбчасту побудову.

					6261М.01.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						21
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Геометричні дефекти інструментальної матриці повторюються покриттям. О обсязі покриття і на поверхні виявляються сліди електроерозії та частини металевого титану (α -Ti).

Рентгеноструктурний аналіз зразків безпосередньо із поверхні покриття TiN показав, що покриття складається з нітриду титану із ГЦК решіткою, яка має параметр $a = 0,4245 \pm 0,05$ нм, і незначної кількості α -Ti (1,0-2,0%). Атомна частка титану в покритті TiN складає 52%. Якщо врахувати, що приблизно 1,0-2,0% складає частка титану у вигляді мікро краплин, то на сполучення TiN приходить приблизно 50% (атомн.) чистого титану, що відповідає стехіометричному складу. Можна допустити, що α -Ti знаходиться в покритті TiN тільки у вигляді мілко дисперсних частин (металева фаза).

Враховуючи сильний вплив технологічних параметрів процесу КІБ на формування покриття і працездатність ріжучого інструмента, прийдемо до висновку о необхідності оптимізації процесу КІБ для конкретних умов, що вказує на необхідність створення вакуумно-плазмових установок із жорсткою регламентацією параметрів і керування ними за допомогою міні ЕОМ на базі математичних моделей процесу КІБ [8, 28, 36].

2.3. Вплив зносостійких покриттів на температуру різання

Теплота, виникаюча при різанні, чинить великий вплив на пластичне деформування зрізаного шару металу, сили різання, наростостворення, тертя на контактних площях, знос і стійкість інструмента, якість обробки та продуктивність.

Застосування зносостійких покриттів змінює тепловий баланс, який формується в зоні різання, і призводить до змін температури інструмента і заготовки. Існує неоднозначна думка про вплив покриттів на виникнення теплоти, потужність теплових джерел, розподілу теплових потоків і температуру в зоні різання. З цією метою були проведені дослідження пов'язані із аналітичним визначенням потужності теплових джерел, металографічним вивченням стружки і експериментальним визначенням температури різання методом природної термопар.

					6261м.01.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						22
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основними джерелами тепла при обробці пластичних матеріалів є пластичне деформування зрізаного шару і праця тертя на передній і задній поверхнях інструмента. Роботою, витраченою на диспергування стружки і пружне деформування, через її малість можна знехтувати.

Експериментальні дослідження впливу нітридотитанового TiN покриття на температуру з зони різання проводили при зустрічному фрезеруванні сталі 30ХГСА торцевими фрезами із багатограними непереточуваними пластинами (МНП) з твердого сплаву Т15К6 в діапазоні режимів різання $V = 99-314$ м/хв., $S_z = 0,087-0,29$ мм/зуб, $t = 1,5-6$ мм при ширині фрезерування $b = 50$ мм. Температуру в зоні різання визначали методом природної термопари. Для ізолювання оброблюваної заготовки від верстата її встановлювали на текстолітові прокладки. Надійність ізолювання періодично контролювали омметром. В якості токознімальника застосовували меднографітові щітки, які ковзають по спеціальному кільцю, насадженому на корпус торцевої фрези. Виникаючий при різанні термострум проходив по замкненому електричному контуру: інструмент-заготовка-осцилограф. Для реєстрації термоструму використовували осцилографічний комплекс К121, в склад якого входив світло променевий осцилограф моделі Н117/1. Запис електричних сигналів виконували на аерофотоплівці типу 15-80 світло чуттєвість в 1000 одиниць за ДГСТ 0.85. Тарування термопар сталь 30ХГСА – твердий сплав Т15К6 та сталь 30ХГСА – твердий сплав Т15К6 із нітридотитановим покриттям TiN проводили у олов'яній ванні в інтервалі температур 800-1100 °С.

Температуру різання вимірювали в початковому періоді роботи через 0,1-3,0 хв. після різання. Вимірювання проводили при роботі гостро заточеними фрезами. Результати проведених досліджень показали, що температура різання інструмента із покриттям на всіх поверхнях буде на 25-27 °С нижче температури різання інструментом без покриття.

Наявність нітридотитанового TiN покриття призводить до зсуву ізотерм із максимальною температурою в сторону вершини зуба фрези і головної задньої поверхні.

					6261м.01.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						23
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Із збільшенням швидкості різання зростає відмінність в температурі різання від 25 °С при $v = 99$ м/хв. до 75 °С при $v = 314$ м/хв. Збільшення подачі чинить менш ефективний вплив на зміну відмінності в температурі різання інструментом з покриттям та без нього.

При подачі $S_z = 0,087$ мм/зуб зниження температури склало 5 %, а при $S_z = 0,3$ мм/зуб – 7 %. Збільшення глибини різання від 1 до 6 мм зумовило зниження температури різання інструментом з покриттям на 10 %.

Ефективність впливу покриття зберігається і при його контактних площах інструменту. При рівних умовах роботи різання інструментом з покриттям TiN буде менше порівняно з інструментом без покриття. Не зважаючи на знос покриття на передній і задній поверхнях довжина контакту стружки з передньою поверхнею залишається в 2-3 рази меншою порівняно з довжиною контакту інструмента без покриття.. Усадка стружки буде тільки меншою. Тому при роботі інструментом TiN буде видаляться менше теплоти і зоні різання встановиться більш низька температура.

Зниження температури різання інструмента з нітридотитановим покриттям відбувається внаслідок зниження потужності теплових джерел, діючих на передній і задній поверхнях інструмента, за рахунок зменшення роботи тертя. При цьому відбувається зменшення ступеня пластичного деформування в зоні різання (по площині зсуву) і отже, зниження температури стружки. Із-за зменшення тертя на передній і задній поверхнях інструмента різко зменшуються розміри контактних зон пластичного точіння оброблюваного металу і сам ступінь пластичного деформування в цих зонах. Внаслідок цього знижується тепло утворювання в тонких контактних шарах і температура. Таким чином, покриття TiN із-за високої твердості, хімічної інертності до оброблюваного матеріалу сприяє зниженню сили різання, а також роботи різання, включаючи роботу тертя.

Теплопровідність нітридотитанового TiN покриття складає $I = 12,6$ Вт/м °К, а у твердого сплаву T15K6 $I = 12,5$ Вт/м °К і у сталі 30ХГСА $I = 47$ Вт/м °К. Отже, нітридотитанове покриття не утворює на поверхні твердого сплаву T15K6 теплового бар'єру. Крім того, враховуючи невелику товщину покриття 5-6 мкм і

					6261М.01.МР.09.02.ПЗ	Арк.
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

незначне зниження температури на межі розподілу твердий сплав-покриття можна рахувати, що покриття не чинить великого впливу на похибку визначення температури методом природної термопари.

Невелика частина теплового потоку із зони зсуву попадає на поверхню різання і оброблену поверхню заготовки. Потім це тепло розсіюється в металі заготовки, підвищує її температуру і тільки невелика частина теплового потоку проникає через поверхню зносу в інструмент. Основним джерелом тепловиділення на заданій поверхні є робота тертя. На площадці зносу по головній задній поверхні виникає схоплювання матеріалу заготовки з наступним розвитком тонкої зони пластичної течії вздовж задньої поверхні, яка є суттєвим джерелом тепла. Але із-за зменшення сили різання відбувається суттєве зниження сили тертя по задній поверхні, роботи тертя і температури. Виконані розрахунки та експерименти показали, що температура на головній задній поверхні у інструмента з покриттям TiN знижується на 10-40 °C порівняно з інструментом без покриття [8, 20, 28, 36, 43].

Вітчизняні розробки в області електродугового нанесення покриттів минулих років викликали величезний інтерес у всьому світі. Як приклад можна навести той факт, що в 1980 році американська фірма Multi-Arc Vacuum System купила ліцензію на технологію і установку «Булат» і на їх базі налагодила серійний випуск установок моделей PVD 20 (рис.2.3, а).

Для нанесення покриттів на довгомірні і великогабаритні інструменти (протягання, прошивки і ін.) застосовуються установки з висотою робочої камери від 1000 мм і більше. На рис.2.3, б представлена одна з таких установок, раніше випускалася фірмою Multi-Arc Vacuum System.

Електродугове обладнання складається з наступних основних вузлів: вакуумної камери, електродугових випарників, вакуумної системи, системи водоохолодження, системи газонапуска, підстави і шаф електроживлення.

Залежно від типорозміру інструменту, використовуються різні схеми його розміщення у вакуумній камері установки в процесі нанесення покриття (рис.2.4). Наприклад, для закріплення малорозмірних інструменту може

					6261м.01.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						25
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

використовуватися багатомісне пристосування, яка розташовується на поворотному пристрої (рис.2.4, а).

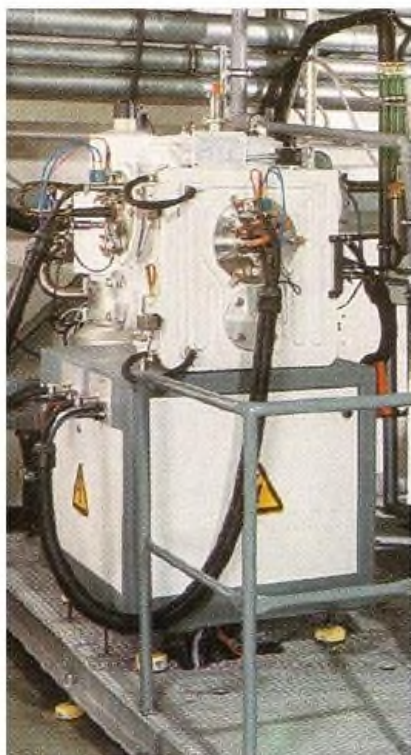


а)

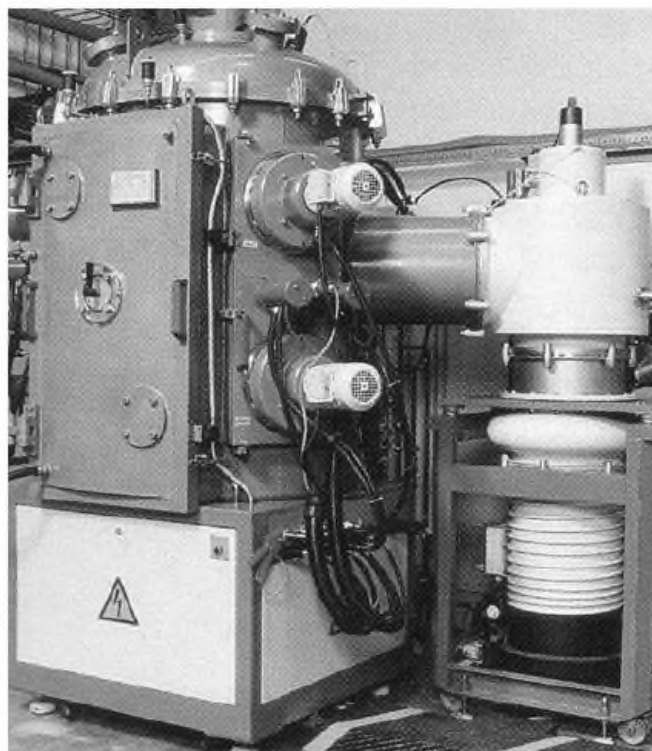


б)

Рис.2.2. Загальний вигляд установок для електродугового осадження покриттів:
ННВ6.6-И1(а) і «Булат – 6» (б)



а)



б)

Рис.2.3. Загальний вигляд установок, що випускались Multi-Arc Vacuum System (USA):
PVD 20(а) і з 6 випарниками для нанесення покриттів на довгомірні інструменти (б)

					6261м.01.МР.09.02.ПЗ	Арк.
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

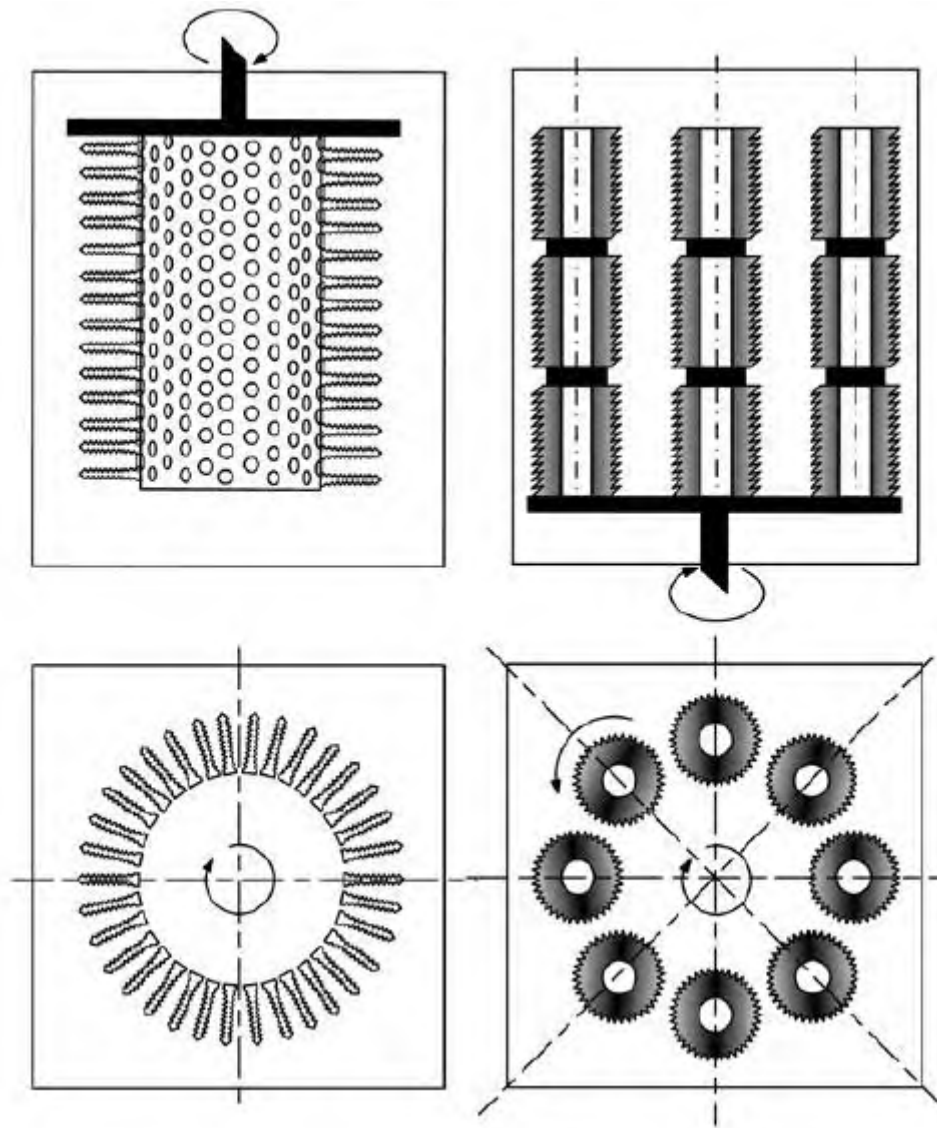


Рис.2.4. Варіанти розташування партії малорозмірних (а) і великогабаритного (б) інструменту в вакуумній камері установки

Залежно від конфігурації виробів нанесення на них покриттів здійснюється без обертання, з осьовим планетарним обертанням і та ін. для рівномірного нанесення покриттів на партію великогабаритного інструмента (крупномодульні черв'ячні фрези і ін.) На багатьох установках передбачена система планетарного обертання (рис.2.4, б).

2.4. Аналіз впливу зміцнення інструмента на їх ріжучі властивості

В теперішній час відомі і широко застосовуються різні методи нанесення зносостійких покриттів одно - і багатошарових на основі тугоплавких металів і композицій.

					6261м.01.МР.09.02.ПЗ	Арк.
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Властивості покриттів різко відрізняються від фізико-механічних властивостей основи, на яку їх наносять. Створюючи різноманітні композиції з основи і покриття можна отримати різні матеріали, які мають оптимальні властивості, в залежності від умов експлуатації. Важливіші експлуатаційні властивості інструментальних матеріалів – мікротвердість, зносостійкість, в'язкість, теплостійкість, корозійна стійкість, залежать від хімічного складу і структури інструментального матеріалу.

Змінюючи хімічний склад покриття за допомогою варьйування структури і хімічної побудови решітки можна змінювати фізико-механічні властивості поверхневого шару інструменту і чинити потрібний вплив на контактні процеси в зоні різання, сили різання, термомеханічний стан ріжучого інструмента, на характер і інтенсивність зносу інструментів, якість обробки, продуктивність.

Однак, змінювати властивості покриття можна не тільки за допомогою варьйування різноманітними комбінаціями хімічних сполучень та шарів, а також вибором оптимальних режимів синтезування покриття.

Суттєвим резервом подальшого підвищення експлуатаційних властивостей ріжучих інструментів є комбіновані методи обробки поверхневих шарів інструмента, включаючи іонно-плазмове напылення різних типів одно – і багат шарових покриттів із застосуванням лазерного випромінювання і електроіскрового легування. Різні технологічні методи обробки поверхні інструмента, іскрових розрядів електричного струму, лазерного випромінювання в сполученні з легуванням поверхневого шару інструментального матеріалу тугоплавкими металами і їх з'єднаннями, дозволяють підвищити працездатність інструментів, знизити собівартість механічної обробки.

Розглядаючи механізми зносу і працездатність інструменту з твердих сплавів з покриттями А.С.Верещака встановив, що при безперервним різання на швидкості нижче 150 м/хв. максимальне зниження інтенсивності адгезійного зношування забезпечує покриття TiC-TiCN-TiN.

Для цього покриття оптимально сполучаються жорсткі зв'язки $sp^3(TiC)$ і більш гнучкі зв'язки $s^2p^6(TiN)$. Покриття TiC-TiN-TiN дозволяють не тільки знизити температурні і механічні фактори, ініціюючі схоплювання, але й

					6261м.01.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						28
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

збільшують опір покриття руйнуванню в умовах адгезійних процесів. Добрий опір покриття TiC-TiN-TiN такому руйнуванню зумовлено гетеро фазною побудовою і зміною властивостей по зрізі, що дозволяє гальмувати „крихку” тріщину при її розвитку. Значно гірше опираються руйнуванню в цих умовах моно шарові покриття TiC DT, TiC GT і Ti КИБ. Двохшарове покриття TiC-Al₂O₃ (GT) також достатньо задовільно працює у вказаних умовах. По іншому відбувається зношування твердосплавних пластинок при переривчастому різанні, хоча механізм зношування як і раніше визначається адгезійними процесами. Формування контактних зон і наросту в умовах переривчастого різання носить переривчастий характер, в ріжучому інструменті спостерігається коливання температур в часі. Мікро руйнування контактних площадок твердосплавних пластинок може відбуватися за двома механізмами. Якщо напруги, виникаючі при перехідних процесах (врізання і вихід інструменту), перебільшують межу міцності системи твердий сплав-покриття, то буде реалізовуватися механізм мікро руйнування сколом чи відривом. Якщо ж виникаючі напруги менше межі міцності композиції твердий сплав-покриття, то руйнування відбувається в результаті зародження або розвитку тріщин втоми. Вказані механізми діють на фоні циклічних змін температури. Мінімальну інтенсивність зношування мають тверді сплави з покриттям TiN (КИБ) і TiC-TiN-TiN GT. В обох випадках нітридтитанове покриття, у якого превалірує більш гнучкі зв'язки s^2p^6 краще опирається крихкому і втомленому руйнуванню. Доказом такого механізму руйнування пластинок із сплавів BK6, T15K10 і TT10K8B з покриттями TiC GT і TiC DE є виявлені повздовжні (гребінчасті) тріщини, які проростають через покриття вглиб твердосплавної матриці.

На швидкостях різання 100-150 м/хв. ефективність покриття на твердосплавних інструментах різко знижується із-за схильності до корозійного розтріскування і глибинної корозії з утворенням поверхневих осередків окислення. Такому руйнуванню особливо підпадають покриття з великою кількістю структурних і технологічних дефектів (мікро тріщини, пори, структурна неоднорідність, мікро краплі, великі залишки напруги). Найбільш ефективно в цих умовах збільшують стійкість твердосплавного інструмента

					6261м.01.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						29
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

високоякісні покриття TiC, TiC-TiCN-TiN, TiC-Al₂O₃, котрі надійно підвищують термодинамічну устійчивість твердого сплаву, особливо його слабкої ланки – кобальтової фази.

Результати стійкосних випробувань твердосплавних пластинок з покриттям при точінні сталі 45 (HB 180) кращі ріжучі властивості показали пластини ВП 1255 з багат шаровим покриттям TiC-TiCN-TiN ГТ у всьому діапазоні досліджених швидкостей різання 120-350 м/хв. Декілька вступали їм по ріжучим властивостям пластинки МС 2210. Пластинки ТТ10К8Б – TiC ГТ і МС 1460 мали помірно однакову стійкість, однак, останні виказали кращу стабільність стійкосних властивостей. Найменше підвищення ріжучих властивостей початкових твердих сплавів ТТ10К8Б у вказаних умовах забезпечили покриття TiN КИБ.

Високу ефективність монолітні твердосплавні свердла і фрези з покриттями TiC-TiCN-TiN і (Ti-Cr)N мали при обробці сталі 45, хромонікелевих жаростійких сплавів, сталей аустенітного класу і титанових сплавів.

При точінні конструкційної сталі 45 твердосплавними різцями ВК6 з покриттям TiC-TiCN-TiN стійкість збільшується в 9,4 рази а при точінні жаростійкого сплаву ХН77ТЮР – в 2,7 рази.

При обробці різанням важкооброблюваних матеріалів, коли для роботи крихкого покриття створюються особливо важкі умови, оптимальне сполучення властивостей покриття і інструментальної матриці набуває особливо важливе значення.

При фрезеруванні спіральних канавок в деталях із сталі 38ХМЮА (HB 288) фрезами із швидко ріжучої сталі Р6М5 із нітридотитановими покриттями стійкість збільшується від 27 хв. при = 30 м/хв. і подачею 60 м/хв. до 81-86 хв., тобто в 3 рази.

Результати виробничих випробувань фрез, оснащених твердосплавними пластинками Т5К10 із зносостійкими одношаровими покриттями TiN, CrN, Ма₂ N при обробці деталей із сталі ХВГ виказали підвищення стійкості в 1,5; 1,6 і 2 рази. Для дискових фрез із Р6М5 з одношаровими покриттями TiN, CrN, Ма₃N при обробці цанг із сталі 65Г стійкість підвищилась відповідно в 2,0; 2,5; 4 рази.

					6261м.01.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						30
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При обробці корпусу із сталі 45 фрезою із швидко ріжучої сталі Р6М5 з покриттям TiN стійкість підвищилась в 3,5 рази, а при обробці корпусу із сталі Х12М - в 3 рази.

Ковпак А.Я. і Маслов А.І. у своїй роботі винайшли, що одношарові покриття TiN підвищують стійкість торцевих фасочних фрез з швидко ріжучої сталі Р6М5 при обробці сталі ХВГ в 2-2,5 рази, торцевих насадних фрез з 5-ти гранями непереточуваними пластинами марки ВК8 при обробці чавуна в 2 рази, дискових фрез із швидко ріжучої сталі Р6М5 при обробці сталі 20 в 2-3 рази, кінцевих фрез Ж 3,7; 4,7 мм з Р6М5 при обробці сталі 12Х18Н10Т в 1,5-2 рази.

Стійкість шпон очних фрез з швидко ріжучої сталі Р6М5 із нітридотитановим покриттям TiN товщиною 6-8 мкм, нанесеним шляхом конденсації речовини в умовах іонного бомбардування (КИБ) на установці „Булат-3” підвищилась при обробці сталі 40Х (НВ 184-217) на вертикально-фрезерувальному верстаті моделі 6М12П з $V = 28,1$ м/хв., $S_o = 0,025$ мм/об, $t = 2$ мм - в 2,2 рази.

Встановлено, що покриття TiN (КИБ) і TiC (ДТ) відрізняються від покриття TiC (ГТ) і мають мілко зернисту структуру із округленою формою зерен карбідів і нітридів: у покриття TiC (ГТ) форма зерна карбідів поліедрічна.

Встановлено, що нанесення зносостійких покриттів із карбіду титана метолом ГТ і ДТ на твердосплавні пластини дозволяє збільшити стійкість інструмента в 3-5 разів порівняно з роботою інструмента без покриття і підвищити на 30-40 % швидкість різання.

Попередня вібраційна обробка МНП, в результаті якої досягається оптимальне округлення їх ріжучих кромek в сполученні із зносостійким покриттям забезпечує зменшення зносу пластин по задній поверхні в 1,8 рази і, отже, збільшення періоду експлуатаційної стійкості збірних торцевих фрез в 2 рази та більше.

Дослідженнями, виконаними на Київському верстатобудівному виробничому об'єднанні (КВВО), встановлено, що одношарові покриття із TiN мають високу працездатність лише в умовах, де не виникають знакозмінні напруги в контактній зоні, адгезійно-втомлені процеси і інтенсивні окислювальні

					6261м.01.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						31
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

і дифузійні процеси зносу. Практично не дають підвищення стійкості, нанесені на інструменти покриття TiN при обробці неіржавіючих сталей аустенітного класу. Велику ефективність при обробці конструкційних сталей 45, 20X, 40X і неіржавіючої сталі С8Х18Н10Т показали ріжучі інструменти із багат шаровим композиційним покриттям (Ti-Cr)+(Ti-Cr)N, маючи 10 та більше шарів. Дискові фрези із швидко ріжучої сталі Р6М5 при обробці пазів в деталях із сталі 9ХС при наявності багат шарового композиційного покриття (Ti-Cr)+(Ti-Cr)N мали стійкість в 3-3,5 рази вище, ніж без покриття і в 1,3-1,5 рази вище, ніж фрези з покриттям (Ti-TiN) у всьому діапазоні режимів різання.

В результаті проведення дослідів встановлено, що покриття знижують інтенсивність зносу і підвищують стійкість. Ефективність впливу покриття залежить від способу його нанесення і умов експлуатації інструмента. Промислові випробування швидко ріжучих фрез Р18, Р6М5К5, Р6М5 з нітридотитановим покриттям TiN, отриманим способом КИБ при обробці сталей 356Х, 12Х18Н9Т і 20Х3ВМФ підвищують стійкість інструменту в 2-4 рази. Випробування ріжучого інструмента фрез із швидко ріжучої сталі Р6М5 із зносостійким покриттям TiN забезпечило підвищення стійкості в 2-3,2 рази при обробці конструкційної сталі 45 із твердістю 200НВ.

Промислові випробування трьохсторонніх дискових фрез розмірами 63х10х22, проведені на верстатозаводі імені Седина (м. Краснодар), показали, що стійкість фрез без покриття при обробці пазів в сталі 40Х твердістю 207-220 НВ при $V = 30$ м/хв. і $S_z = 0,15$ мм/зуб складає 38 хв., а фрез із покриттям TiN при $V = 50$ м/хв. – 76 хв., тобто збільшилась в 2 рази [8, 28, 29, 36, 44].

На рис. 2.5 показано вплив складу на механічні властивості двоелементною покриття (Ti, Zr) N. мікротвердість двоелементний покриттів, нанесених на твердосплавну основу, в 1,5-1,9 рази вище мікротвердості одноелементні покриттів. Більш висока мікротвердість даних покриттів в порівнянні з одноелементними пояснюється, як було сказано вище, дією двох механізмів зміцнення при їх конденсації.

Максимальне збільшення мікротвердості для покриття (Ti, Zr) N спостерігається при утриманні цирконію в покритті 30-50%.

					6261м.01.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						32
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Як видно з рис. 1.6 і 1.7, для двоелементний покриттів має місце оптимальний вміст елементів, що забезпечує максимальне підвищення працездатності різальних пластин при обробці заготовок з різних матеріалів.

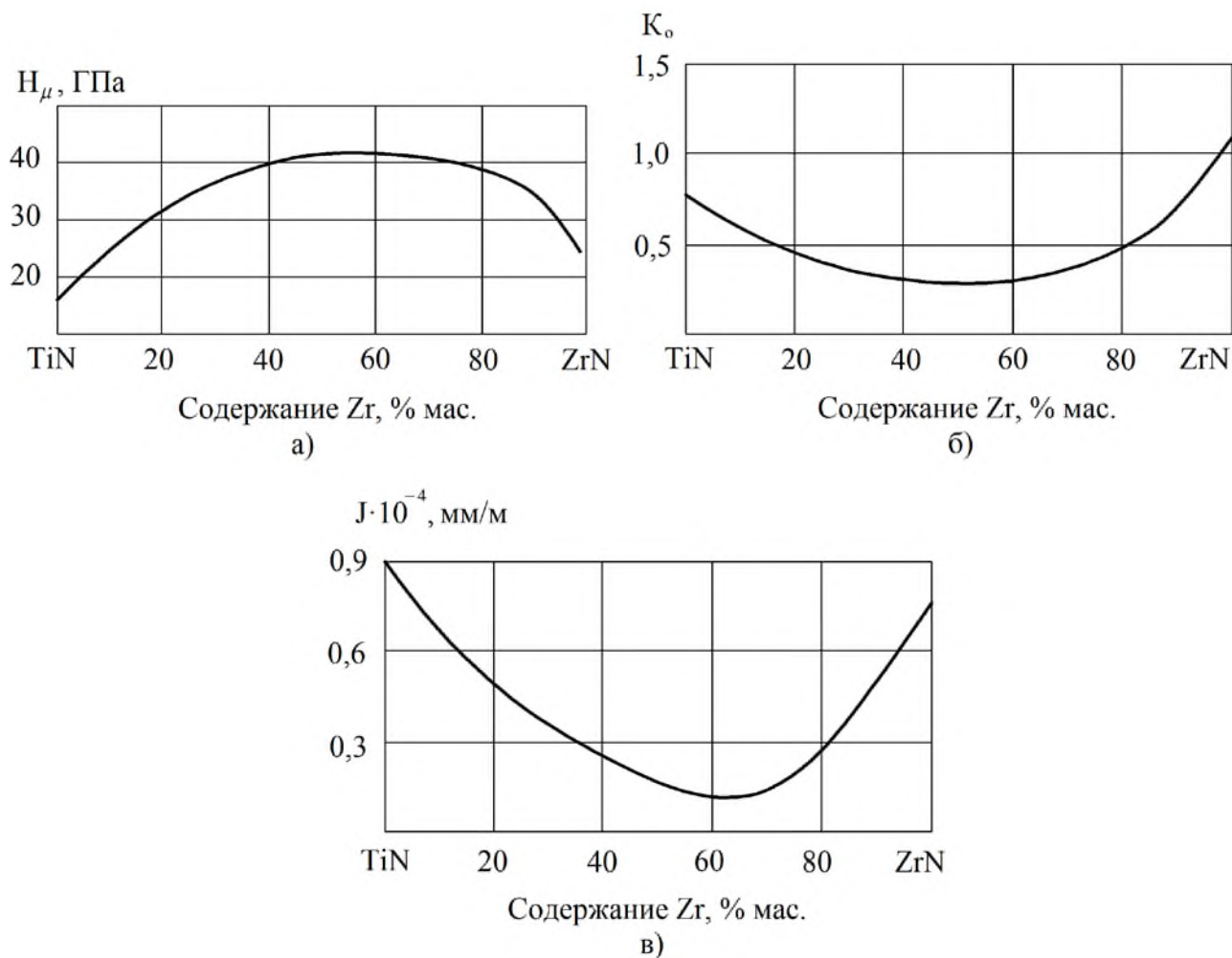


Рис.2.5. Вплив складу покриття TiZrN на мікротвердість H_μ (а), коефіцієнт відшарування K_o (б) і інтенсивність зносу J (в)

Так, наприклад, при обробці заготовок зі сталі 30ХГСА найбільший період стійкості твердосплавних пластин забезпечують покриття TiZrN при вмісті 40-60% Zr; при обробці заготовок зі сталі 12Х18Н10Т - 30-80% Zr для твердосплавних пластин і 40-60% Zr для швидкорізальних; при обробці заготовок з титанового сплаву ВТ22 - при утриманні 20% Zr для твердосплавних пластин і 50% Zr - для швидкорізальних.

Застосування двоелементний нітридних покриттів підвищує період стійкос-

ті твердосплавних пластин при обробці заготовок з конструкційної сталі в 1,5-4 рази в порівнянні з одноелементними покриттями.

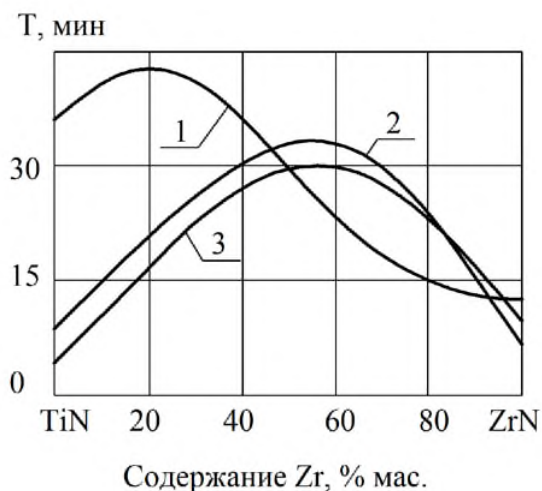


Рис. 2.6. Вплив складу покриття TiZrN на період T стійкості пластин ВК6 при обробці заготовок з титанового сплаву ВТ22 (1) і сталей 30ХГСА (2), 12Х18Н10Т (3):

1 - $V = 40$ м / хв, $S = 0,15$ мм / об, $t = 0,5$ мм;

2 - $V = 200$ м / хв, $S = 0,3$ мм / об; $t = 1,0$ мм;

3 - $V = 160$ м / хв, $S = 0,15$ мм / об, $t = 0,5$ мм

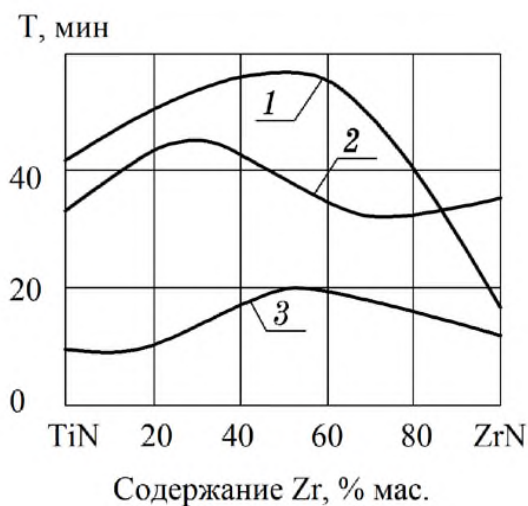


Рис. 2.7. Вплив складу покриття TiZrN на період T стійкості пластин Р6М5 при обробці заготовок з сталей 40Х (1), 12Х18Н10Т (2) і титанового сплаву ВТ22 (3):

1 - $V = 75$ м / хв,

2 - $V = 10$ м / хв,

3 - $V = 28$ м / хв; $S = 0,3$ мм / об, $t = 1,0$ мм

Висновок

Зносостійкі покриття перед усім повинні виправити основний недолік твердих сплавів, мінерало-кераміки або сверхтвердих матеріалів, знизити їх високу крихкість, поверхневим зміцненням не можна. В той самий час, на практиці, за допомогою покриття можна підсилити і сильну сторону твердих сплавів – їх здатність працювати і при високих температурах, при цьому механічні властивості інструментальної основи суттєво не змінюються.

Вплив поверхневої обробки на працездатність ріжучого інструмента не завжди визначаються підвищенням його твердості і зносостійкості. Завдяки зміні властивостей поверхні часто суттєво знижується (або підвищується) рівень температурно-силової напруги інструмента, що в ряді випадків може бути суттєвим.

Таким чином, інструментальний матеріал із покриттям можна розглядати як принципово новий тип композиційного матеріалу з оптимальним сполученням заданих „поверхневих” і „об’ємних” властивостей.

Також покриття запобігають збільшенню режимів різання, що в свою чергу, призводить до збільшення якості оброблюваної поверхні і зменшенню часу його обробки.

					6261м.01.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						35
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Економічне обґрунтування вибору заготовки

Розрахунок собівартості заготовки, що отримується з прокату

Діаметр деталі $D = 0,053$ м;

Довжина деталі $l = 0,645$ м;

Маса деталі $q = 6,08$ кг;

Маса заготовки

$$Q = \frac{\rho * \pi * D^2 * l}{4} = \frac{7800 * 3,14 * 0,053^2 * 0,645}{4} = 11,09 \text{ кг};$$

Сталь якісна сортова кругла, квадратна і шестикутна

Ціна 1 тони матеріалу заготовки: $S = 3400$ грн.;

Ціна 1 тони відходів: $S_{отх} = 540$ грн.;

Вартість заготовки отриманої з прокату:

$$S_{заг1} = \frac{Q * S - (Q - q) * S_{отх}}{1000} = \frac{11,09 * 3400 - (11,09 - 6,08) * 540}{1000} = 35 \text{ грн.};$$

Розрахунок вартості заготовки отриманої штампуванням

Маса деталі $q = 6,08$ кг;

Маса заготовки

$$Q = \frac{q}{K_{ИМ}} = \frac{6,08}{0,61} = 9,96 \text{ кг};$$

Коефіцієнт точності $k_T = 1,06$;

Коефіцієнт матеріалу $k_M = 1,21$;

Коефіцієнт складності $k_C = 0,7$;

Коефіцієнт маси $k_B = 0,93$;

Коефіцієнт проектування $k_{П} = 0,5$;

Сталь якісна сортова кругла, квадратна і шестикутна

Ціна 1 тони матеріалу заготовки: $S = 8200$ грн.;

Ціна 1 тони відходів: $S_{отх} = 540$ грн.;

Вартість заготовки отриманої штампуванням:

$$S_{заг2} = \frac{S * Q * k_t * k_c * k_b * k_m * k_n - (Q - q) * S_{отх}}{1000} K_{пр} =$$
$$= \frac{8200 * 9,96 * 1,06 * 0,7 * 0,9 * 1,21 * 0,5 - (9,96 - 6,08) * 540}{1000} * 0,5 = 30,9 \text{ грн.};$$

				1000	6261м.01.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						37
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Прокат

$$S_{\text{заг1}} = 35 \text{ грн.};$$

Штампування

$$S_{\text{заг2}} = 30,9 \text{ грн.}$$

3.2. Вибір варіанту технологічного маршруту та його техніко-економічного обґрунтування

Розрахунок вартості попередньої обробки заготовки отриманої з прокату

Кількість операцій для заготовки отриманої першим методом – 2

1. Токарна операція: точіння чорнове за один прохід.

Тип: токарно-гвинторізний верстат 16K20; $D = 400$ мм; ціна = 5000 грн.;
площа = 2785×1165 мм². Площа верстата $f = 3,24$ м²; коефіцієнт, що враховує
додаткову площу $k_f = 3$;

Виробнича площа

$$F = f * k_f = 3.24 * 3 = 9.73 \text{ м}^2;$$

Удільні годинні капіталовкладення в спорудах

$$K_3 = \frac{F * 75 * 100}{3200} = \frac{9.73 * 75 * 100}{3200} = 9.73 \text{ коп / год.}$$

Удільні годинні капіталовкладення в верстат

$$K_c = \frac{C * 100}{3200} = \frac{5000 * 100}{3200} = 156,2 \text{ коп / год};$$

Нормативний коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладів .
Для машинобудування $E_n = 0,2$; машинокоефіцієнт, який показує в скільки разів
затрати пов'язані з роботою даного верстата більші, ніж аналогічні затрати у
базового верстата $k_m = 1,3$.

Практичні спроектовані годинні затрати на базовому робочому місці $C_{\text{бучз}} =$
36,3 коп. – для серійного виробництва.

Годинні затрати по експлуатація робочого місця

$$C_{\text{чз}} = C_{\text{бучз}} * k_m = 36,3 * 1,3 = 47,19 \text{ коп/год.}$$

Годинна тарифна ставка робочого відповідного розряду $C_{\text{тф}} = 85$ коп/год.;

Коефіцієнт зарплати наладчика $k = 1$. Основна і додаткова заробітна плата,

					6261м.01.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						38
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

а також нарахована

$$C_3 = C_{\text{тф}} * k * 1,53 = 85 * 1 * 1,53 = 130,05 \text{ коп/год.};$$

Величина годинних приведених затрат

$$C_{\text{пз}} = C_3 / M + C_{\text{чз}} + E_{\text{н}} * (K_3 + K_c) = 130,05/2 + 47,19 + 0,2 * (156,25 + 22,8131) = 148 \text{ коп/год.};$$

Кількість проходів $n = 5$; довжина оброблюваної поверхні $l = 35$ мм; діаметр $D = 50$ мм;

Точіння чорнове за один прохід

Основний технологічний час

$$T_o = n * 0,00017 * D * l = 5 * 0,00017 * 50 * 35 = 0,89 \text{ хв.};$$

$$\varphi_k = 2,14;$$

Штучний час на операцію

$$T_{\text{шт.}} = \varphi_k * T_o = 2,14 * 0,89 = 1,91 \text{ хв.}$$

3.3. Розрахунок припусків на механічну обробку штампованої заготовки

Штамування заготовки виконується на кривошипно гаряче - штампувальних пресах витисканням.

Клас точності деталі ТЗ.

Група сталі деталі М1.

Група складності деталі С1.

Маса деталі $M_d = 6,08$ кг.

Коефіцієнт для визначення розрахункової маси поковки $K_p = 1,64$.

Орієнтировочна розрахункова маса поковки

$$M_{\text{пр}} = M_d * K_p = 6,08 * 1,64 = 9,98 \text{ кг}$$

Початковий індекс при ТЗ; М1; С1; $M_{\text{пр}} = 9,98$ кг; $I_n = 15$.

Розмір 1 = 19 мм

Зміщення по поверхні роз'ємів штампів на сторону 0,3 мм.

Відхилення міжвісьової відстані на сторону 0,2 мм.

Діаметр поковки

$$D = 19 + 2 * (0,3 + 0,2) = 20 \text{ мм}$$

					6261м.01.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						39
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Прийmemo діаметр поковки $D = 20 (1,8/-1)$ мм.

Розмір 2 = 645 мм

Припуск на механічну обробку на сторону $\epsilon 2$ мм.

Зміщення по поверхні роз'ємів штампів на сторону 0,3 мм.

Відхилення від площинності на сторону 0,2 мм.

Розмір поковки

$$L = 645 + 2 \cdot (2 + 0,3 + 0,2) = 650 \text{ мм.}$$

Прийmemo 2 розмір поковки 650 $(3,7/-1,9)$ мм.

Розмір 3 = 610 мм

Припуск на механічну обробку на сторону $\epsilon 2$ мм.

Зміщення по поверхні роз'ємів штампів на сторону 0,3 мм.

Відхилення від площинності на сторону 0,2 мм.

Розмір поковки

$$L = 610 + 2 \cdot (2 + 0,3 + 0,2) = 615 \text{ мм.}$$

Прийmemo 3 розмір поковки 615 $(3,3/-1,7)$ мм.

Шорсткість всій заготовки $R_z = 20 [15]$.

3.4. Вибір обладнання та оснастки

Для фрезерування базової поверхні під центри обираємо фрезерно-центрувальний верстат МР-73Р, тобто встановлюємо заготовку на призму та фрезеруємо торці з послідовним їх центруванням.

Для обробки контуру використовуємо токарно-гвинторізний верстат 16К20, та для забезпечення точності використовуємо центра і повідковий патрон.

Для свердлування використовуємо радіально-свердлильний верстат 2А55, так як цього вимагають габарити пристосування з деталлю.

Для свердлування отворів, що лежать на периферії деталі беремо вертикально-фрезерувальний верстат з ЧПК 2Р135Ф2-1, який обробляє велику кількість отворів різним інструментом більш ефективніше і має дискретність завдання розмірів по координатам 0,01 мм.

Для фрезерувальних операцій вибираємо горизонтально-фрезерувальний верстат 6М82 з розміщенням на його хоботі фрезерувальної головки для роботи

					6261м.01.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						40
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

двома фрезами.

Також використовуємо вертикально-фрезерувальний верстат 6Н11 для обробки паза.

Остаточна обробка проводиться на універсальному круглошліфувальному верстаті 3Б61.

Серед операцій обираємо універсальні установочні пристосування – призми, затискувачі, центри, які дозволяють встановити і закріпити заготовку з дотриманням завданої точності. Також для деяких операцій використовуємо спеціальні затискувачі.

Для токарних робіт використовуємо:

- токарний прохідний упорний відігнутий Т5К10 ГОСТ 18870-82

($h=16$, $b=10$, $L=100$, $n=4$, $l=12$, $R=0,5$);

- токарний прохідний прямий з $\varphi = 75^\circ$ Т15К6 ГОСТ 18869-82

($H=16$, $B=10$, $L=100$, $l=30$, $r=0,5$);

- токарний прохідний відігнутий з $\varphi = 45^\circ$ Т15К6 ГОСТ 18868-82

(лівий та правий, $H=16$, $B=10$, $L=100$, $m=6$, $a=10$, $r=0,5$);

- токарний відрізний з Р9 ДГСТ 18874-82

($H=32$, $B=20$, $L=170$, $l=60$, $m=6$, $a=6$, $r=0,2$);

При обробці отворів використовуємо:

- свердло центрувальне комбіноване з запобіжним конусом Ø5 ОСТ 3733

($d=5$, $D=16$, $d_1=5$, $L=60$, $l=3,4$, $l_1=2,6$);

- свердло спіральне Ø 30 спеціальне конус Морзе №4;

- свердло спіральне Ø 36 з конічним хвостовиком ГОСТ 10903-82

($d=36$, $L=344$, $l=195$, Морзе №4);

- свердло спіральне Ø 5 з конічним хвостовиком ГОСТ 10903-82

($d=5$, $L=133$, $l=52$, Морзе №1);

- свердло-зенківка спеціальне;

- зенківка центрувальна Ø 40 ОСТ 3731;

При фрезерувальній обробці використовуємо:

- фреза торцева Ø63 $z=4$ Р6М5 ГОСТ 9304-82;

					6261м.01.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						41
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- кінцева фреза Ø14 з конічним хвостовиком ГОСТ 17026-82
($d=14$, $L=96$, $l=26$, $z=4$, Морзе №2);
- кінцева фреза Ø16 з конічним хвостовиком ГОСТ 17026-82
($d=16$, $L=117$, $l=32$, $z=4$, Морзе №2);
- кінцева фреза Ø30 з конічним хвостовиком ГОСТ 17026-82
($d=30$, $L=147$, $l=45$, $z=5$, Морзе №3);

Шліфування виконуємо:

- круг Ø300 x 50 24A14П6K5C2AA50-1.

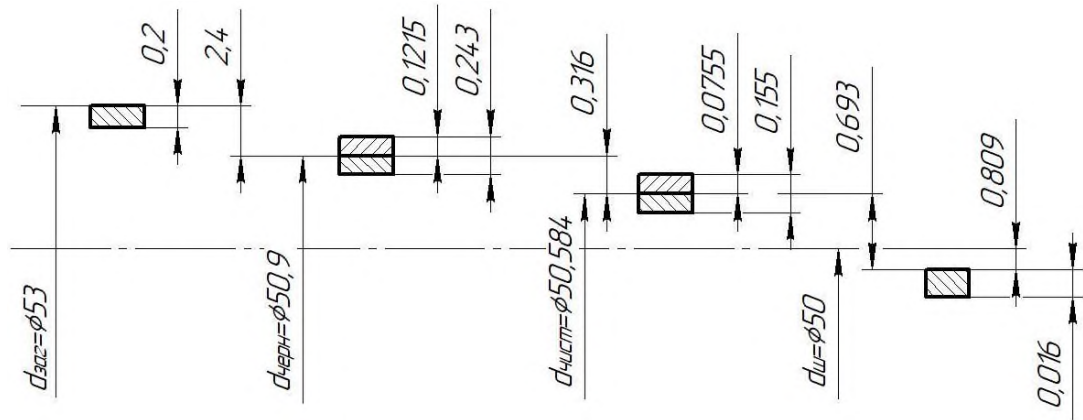
(24А- білий електрокорунд, 14- мікропорошок 14 мкм, П- індекс основної фракції шліф матеріалу, 6- структура абразивного інструменту, К5- керамічна зв'язка для електрокорунду, С2- середня міцність, АА- клас точності, 50- швидкість обертання м/с, 1- клас незрівноваженості).

Найчастіше використовуємо штангенциркуль ШЦ-1; 0-128-01 ГОСТ 166-89, який дозволяє проконтролювати більшість виконуваних розмірів, тому що дозволяє точність. Для фаски отвори перевіряємо спеціальним шаблоном, різьбу калібром для різьби. Також застосовуємо прилад вимірювальний універсальний, який дозволяє проконтролювати точні лінійні розміри та непаралельність паза і напівлисок [12,17,21,34].

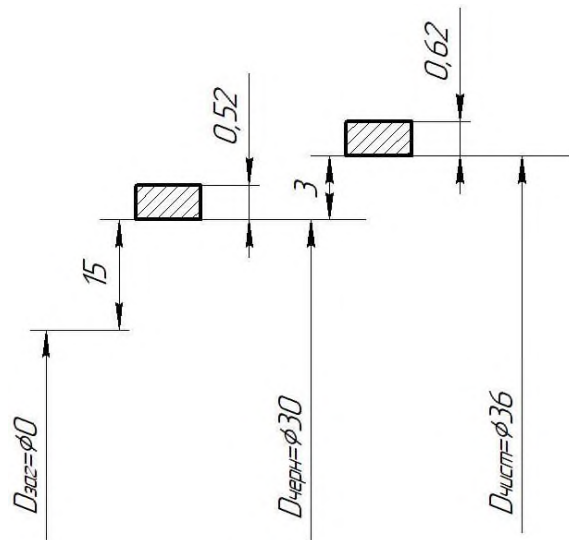
3.5. Розрахунок припусків на механічну обробку штампованої заготовки

Розрахунок припусків на обробку розміру Ø 50 мм по 7 квалітету $R_a = 0,8$.

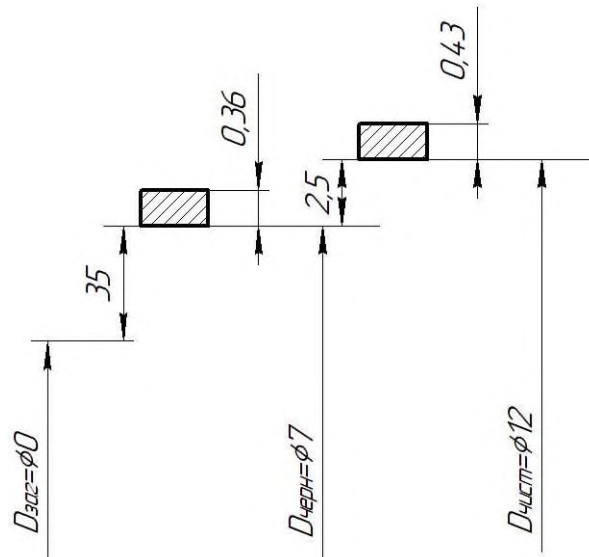
					6261м.01.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						42
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



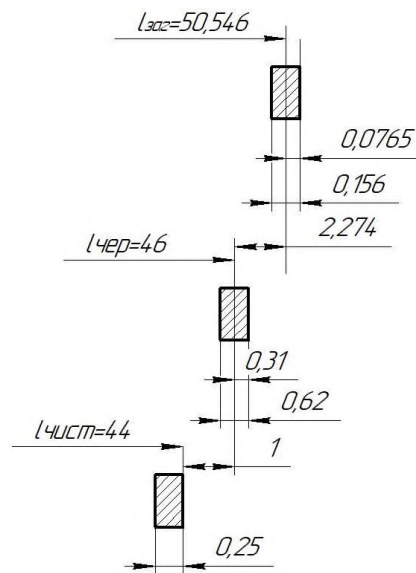
Розрахунок припусків на обробку отвору Ø 36 мм по 14 квалітету $R_a = 6,3$.



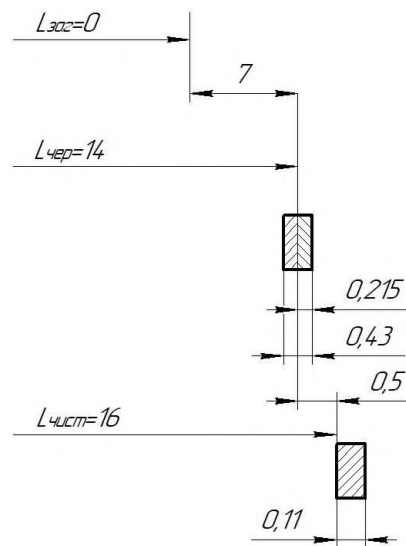
Розрахунок припусків на обробку отвору Ø 12 мм по 14 квалітету $R_a = 6,3$.



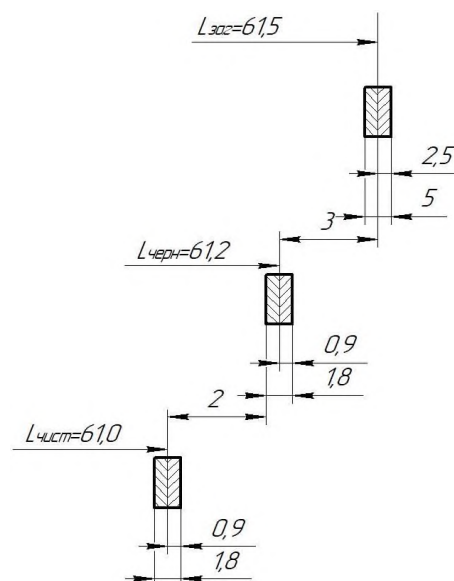
Розрахунок припусків на обробку лисок по 12 квалітету $R_a = 3,2$.



Розрахунок припусків на обробку паза по 11 квалітету $R_a = 3,2$.



Розрахунок припусків на обробку торців по 14 квалітету $R_a = 3,2$.



					6261м.01.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						44
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.6. Розрахунок режимів різання

3.6.1. Розрахунок режимів різання, основного і штучного часу

Центрування отвору Ø 5

$t = 1 \text{ мм}; D = 5 \text{ мм}; T = 15 \text{ хв.}; S = 0,1 \text{ мм/об}; C_v = 7; q_v = 0,4; m_v = 0,2; y_v = 0,7$
 $C_m = 0,0345; q_m = 2; y_m = 0,8; K_m = 0,62; C_p = 68; q_p = 1; y_p = -0,7; K_p = 0,62;$
[12, 17, 21, 27, 31, 32].

$$K_{mv} = K_r * \left(\frac{750}{\sigma_b} \right)^{nv} = 1 * \left(\frac{750}{412} \right)^{-0,8} = 0,6;$$

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{lv} = 0,6 * 1 * 1 = 0,6;$$

$$V = \frac{C_v * D^q}{T^m * S^y} * K_v = \frac{7 * 5^{0,4}}{15^{0,2} * 0,1^{0,7}} * 0,6 = 23,31 \text{ м/хв.};$$

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} = \frac{1000 * 23,31}{3,14 * 5} = 1484,71 \text{ об/хв.} \approx 1600 \text{ об/хв.};$$

$$V = \frac{n * \pi * D}{1000} = \frac{1600 * 3,14 * 5}{1000} = 25,12 \text{ м/хв.};$$

$$M_{кр.} = 10 * C_m * D^q * S^y * K_{кр.} = 10 * 0,0345 * 5^2 * 0,1^{0,8} * 0,62 = 0,85 \text{ Н*м};$$

$$P = 10 * C_p * D^q * S^y * K_p = 10 * 68 * 5^1 * 0,1^{-0,7} * 0,62 = 10565,03 \text{ Н};$$

$$N = \frac{M_{кр.} * n}{9750} = \frac{0,85 * 1600}{9750} = 0,14 \text{ кВт};$$

$$l = 5 \text{ мм}; \Delta = 2 \text{ мм}; y = 0,3 * D = 1,5 \text{ мм}; \varphi_k = 1,84;$$

$$T_o = \frac{L}{n * S} = \frac{5 + 1,5 + 2}{1600 * 0,1} = 0,06 \text{ хв.};$$

$$T_{шт.} = \varphi_k * T_o = 1,84 * 0,06 = 0,11 \text{ хв.};$$

Свердлення отвору Ø 36

$t = 15 \text{ мм}; D = 30 \text{ мм}; T = 50 \text{ хв.}; S = 0,45 \text{ мм/об}; C_v = 9,8; q_v = 0,4; m_v = 0,2;$
 $y_v = 0,7$
 $C_m = 0,0345; q_m = 2; y_m = 0,8; K_m = 0,62; C_p = 68; q_p = 1; y_p = -0,7; K_p = 0,62;$
[12, 17, 21, 27, 31, 32].

$$K_{mv} = K_r * \left(\frac{750}{\sigma_b} \right)^{nv} = 1 * \left(\frac{750}{412} \right)^{-0,8} = 0,6;$$

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{lv} = 0,6 * 1 * 1 = 0,6;$$

$$V = \frac{C_v * D^q}{T^m * S^y} * K_v = \frac{9,8 * 30^{0,4}}{50^{0,2} * 0,45^{0,7}} * 0,6 = 18,33 \text{ м/хв.};$$

					6261М.01.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						45
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} = \frac{1000 * 18,33}{3,14 * 30} = 194 \text{ об./хв.} \approx 160 \text{ об./хв.};$$

$$V = \frac{n * \pi * D}{1000} = \frac{160 * 3,14 * 30}{1000} = 15,07 \text{ м/хв.};$$

$$M_{кр.} = 10 * C_m * D^q * S^y * K_{кр.} = 10 * 0,0345 * 30^2 * 0,45^{0,8} * 0,62 = 101,63$$

H*М;

$$P = 10 * C_p * D^q * S^y * K_p = 10 * 68 * 30^1 * 0,45^{-0,7} * 0,62 = 7232,2 \text{ Н};$$

$$N = \frac{M_{кр.} * n}{9750} = \frac{101,63 * 160}{9750} = 1,66 \text{ кВт};$$

$$l = 310 \text{ мм}; \Delta = 2 \text{ мм}; y = 0,3 * D = 9 \text{ мм}; \varphi_k = 1,75;$$

$$T_o = \frac{L}{n * S} = \frac{310 + 9 + 2}{160 * 0,45} = 4,45 \text{ хв.};$$

$$T_{шт.} = \varphi_k * T_o = 1,75 * 4,45 = 7,79 \text{ хв.};$$

Розсвердлювання отвору Ø 36

t = 3 мм; D = 36 мм; T = 70 хв.; S = 0,56 мм/об; C_v = 16,2; q_v = 0,4; m_v = 0,2;
x_v = 0,2; y_v = 0,5; C_m = 0,9; q_m = 1; y_m = 0,8; K_m = 0,62; C_p = 67; q_p = 0; x_p = 1,2; y_p = 0,65; K_p = 0,62; [12, 17, 21, 27, 31, 32].

$$K_{mv} = K_r * \left(\frac{750}{\sigma_b} \right)^{nv} = 1 * \left(\frac{750}{412} \right)^{-0,8} = 0,6;$$

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{tv} = 0,6 * 1 * 1 = 0,6;$$

$$V = \frac{C_v * D^q}{T^m * S^y} * K_v = \frac{16,2 * 36^{0,4}}{70^{0,2} * 3^{0,2} * 0,56^{0,5}} * 0,6 = 18,69 \text{ м/хв.};$$

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} = \frac{1000 * 18,69}{3,14 * 36} = 165,3 \text{ об./хв.} \approx 160 \text{ об./хв.};$$

$$V = \frac{n * \pi * D}{1000} = \frac{160 * 3,14 * 36}{1000} = 18,08 \text{ м/хв.};$$

$$M_{кр.} = 10 * C_m * D^q * S^y * K_{кр.} = 10 * 0,9 * 3^{0,9} * 36^1 * 0,56^{0,8} * 0,62 = 33,95$$

H*М;

$$P = 10 * C_p * D^q * S^y * K_p = 10 * 67 * 3^{1,2} * 30^0 * 0,45^{0,65} * 0,62 = 1064,96 \text{ Н};$$

$$N = \frac{M_{кр.} * n}{9750} = \frac{33,95 * 160}{9750} = 0,55 \text{ кВт};$$

$$l = 310 \text{ мм}; \Delta = 2 \text{ мм}; y = 0,3 * D = 10,8 \text{ мм}; \varphi_k = 1,75;$$

					6261М.01.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						46
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_o = \frac{L}{n * S} = \frac{310 + 10.8 + 2}{160 * 0.65} = 3.6 \text{ хв.};$$

$$T_{шт.} = \phi_k * T_o = 1,75 * 3,6 = 6,3 \text{ хв.}$$

Зенкування отвору Ø 36

$t = 3,46 \text{ мм}; D = 39 \text{ мм}; T = 50 \text{ хв.}; S = 1 \text{ мм/об}; C_v = 16,3; m_v = 0,3; x_v = 0,2;$
 $y_v = 0,5; C_m = 0,106; x_m = 0,9; q_m = 1; y_m = 0,9; K_m = 0,62; C_p = 140; x_p = 1,2; y_p =$
 $0,65; K_p = 0,62; [12, 17, 21, 27, 31, 32].$

$$K_{mv} = K_r * \left(\frac{750}{\sigma_b} \right)^{nv} = 1 * \left(\frac{750}{412} \right)^{-0,8} = 0,6;$$

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{tv} = 0,6 * 1 * 1 = 0,6;$$

$$V = \frac{C_v * D^q}{T^m * S^y} * K_v = \frac{16,3 * 39^{0,3}}{50^{0,3} * 3,46^{0,2} * 1^{0,5}} * 0,6 = 7,08 \text{ м / хв.};$$

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} = \frac{1000 * 70,8}{3,14 * 39} = 57,81 \text{ об / хв.} \approx 56 \text{ об / хв.};$$

$$V = \frac{n * \pi * D}{1000} = \frac{56 * 3,14 * 39}{1000} = 6,85 \text{ м / хв.};$$

$$M_{кр.} = 10 * C_m * D^q * S^y * K_{кр.} = 10 * 0,106 * 3,46^{0,9} * 39^1 * 1^{0,8} * 0,62 =$$

 $3849,5 \text{ Н*м};$

$$P = 10 * C_p * D^q * S^y * K_p = 10 * 140 * 3,46^{1,2} * 1^{0,65} * 0,62 = 3849,5 \text{ Н};$$

$$N = \frac{M_{кр.} * n}{9750} = \frac{33,95 * 56}{9750} = 0,45 \text{ кВт};$$

$$l = 3 \text{ мм}; \Delta = 2 \text{ мм}; y = \cos \alpha * D = 9,75 \text{ мм}; \phi_k = 1,75;$$

$$T_o = \frac{L}{n * S} = \frac{3 + 9,75 + 2}{56 * 1} = 0,26 \text{ хв.};$$

$$T_{шт.} = \phi_k * T_o = 1,75 * 0,26 = 0,46 \text{ хв.}$$

Центрування отвору Ø 5

$t = 1 \text{ мм}; D = 5 \text{ мм}; T = 15 \text{ хв.}; S = 0,1 \text{ мм/об}; C_v = 7; q_v = 0,4; m_v = 0,2; y_v =$
 $0,7; C_m = 0,0345; q_m = 2; y_m = 0,8; K_m = 0,62; C_p = 68; q_p = 1; y_p = -0,7; K_p = 0,62;$
 $[12, 17, 21, 27, 31, 32].$

$$K_{mv} = K_r * \left(\frac{750}{\sigma_b} \right)^{nv} = 1 * \left(\frac{750}{412} \right)^{-0,8} = 0,6;$$

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{tv} = 0,6 * 1 * 1 = 0,6;$$

					6261М.01.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						47
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V = \frac{C_v * D^q}{T^m * S^y} * K_v = \frac{7 * 5^{0,4}}{15^{0,2} * 0,1^{0,7}} * 0,6 = 23,31 \text{ м / хв.};$$

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} = \frac{1000 * 23,31}{3,14 * 5} = 1484,71 \text{ об / хв.} \approx 1600 \text{ об / хв.};$$

$$V = \frac{n * \pi * D}{1000} = \frac{1600 * 3,14 * 5}{1000} = 25,12 \text{ м / хв.};$$

$$S_{\text{мин.}} = S * n = 0,1 * 1600 = 160 \text{ мм / хв.}.$$

$$M_{\text{кр.}} = 10 * C_m * D^q * S^y * K_{\text{кр.}} = 10 * 0,0345 * 5^2 * 0,1^{0,8} * 0,62 = 0,85 \text{ Н*м};$$

$$P = 10 * C_p * D^q * S^y * K_p = 10 * 68 * 5^1 * 0,1^{-0,7} * 0,62 = 10565,03 \text{ Н};$$

$$N = \frac{M_{\text{кр.}} * n}{9750} = \frac{0,85 * 1600}{9750} = 0,14 \text{ кВт};$$

$$l = 5 \text{ мм}; \Delta = 2 \text{ мм}; y = 0,3 * D = 1,5 \text{ мм}; \varphi_k = 1,72;$$

$$T_o = \frac{L}{n * S} * i = \frac{5 + 1,5 + 2}{1600 * 0,1} * 3 = 0,18 \text{ хв.};$$

$$T_{\text{шт.}} = \varphi_k * T_o = 1,72 * 0,18 = 0,31 \text{ хв.}$$

Свердління отвору Ø 7

$t = 3,5 \text{ мм}; D = 7 \text{ мм}; T = 25 \text{ хв.}; S = 0,2 \text{ мм / об}; C_v = 9,8; q_v = 0,4; m_v = 0,2; y_v = 0,7; C_m = 0,0345; q_m = 2; y_m = 0,8; K_m = 0,62; C_p = 68; q_p = 1; y_p = -0,7; K_p = 0,62; [12, 17, 21, 27, 31, 32].$

$$K_{mv} = K_r * \left(\frac{750}{\sigma_b} \right)^{nv} = 1 * \left(\frac{750}{412} \right)^{-0,8} = 0,6;$$

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{tv} = 0,6 * 1 * 1 = 0,6;$$

$$V = \frac{C_v * D^q}{T^m * S^y} * K_v = \frac{9,8 * 7^{0,4}}{25^{0,2} * 0,2^{0,7}} * 0,6 = 20,75 \text{ м / хв.};$$

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} = \frac{1000 * 20,75}{3,14 * 7} = 944,4 \text{ об / хв.} \approx 800 \text{ об / хв.};$$

$$V = \frac{n * \pi * D}{1000} = \frac{800 * 3,14 * 7}{1000} = 17,58 \text{ м / хв.};$$

$$S_{\text{мин.}} = S * n = 0,2 * 800 = 160 \text{ мм / хв.}.$$

$$M_{\text{кр.}} = 10 * C_m * D^q * S^y * K_{\text{кр.}} = 10 * 0,0345 * 7^2 * 0,2^{0,8} * 0,62 = 2,98 \text{ Н*м};$$

$$P = 10 * C_p * D^q * S^y * K_p = 10 * 68 * 7^1 * 0,2^{-0,7} * 0,62 = 9104,95 \text{ Н};$$

$$N = \frac{M_{\text{кр.}} * n}{9750} = \frac{2,98 * 800}{9750} = 0,24 \text{ кВт};$$

					6261М.01.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						48
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зенкування отвору Ø 12

Так як при зенкуванні використовуються комбінований інструмент, то режими різання такі ж як і при свердлінні отвору Ø 7.

$$l = 35 + 9 \text{ мм}; \Delta = 2 \text{ мм}; y = 0,3 * D = 2,1 \text{ мм}; \varphi_k = 1,72; 3 \text{ отвори};$$

$$T_o = \frac{L}{n * S} * i = \frac{44 + 2,1 + 2}{800 * 0,2} * 3 = 0,93 \text{ хв.};$$

$$T_{шт.} = \varphi_k * T_o = 1,72 * 0,93 = 1,6 \text{ хв.}$$

Свердління отвору Ø 5

$t = 2,5 \text{ мм}; D = 5 \text{ мм}; T = 15 \text{ хв.}; S = 0,15 \text{ мм/об}; C_v = 7; q_v = 0,4; m_v = 0,2; y_v = 0,7; C_m = 0,0345; q_m = 2; y_m = 0,8; K_m = 0,62; C_p = 68; q_p = 1; y_p = -0,7; K_p = 0,62; [12, 17, 21, 27, 31, 32].$

$$K_{mv} = K_r * \left(\frac{750}{\sigma_b} \right)^{nv} = 1 * \left(\frac{750}{412} \right)^{-0,8} = 0,6;$$

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{tv} = 0,6 * 1 * 1 = 0,6;$$

$$V = \frac{C_v * D^q}{T^m * S^y} * K_v = \frac{7 * 5^{0,4}}{15^{0,2} * 0,15^{0,7}} * 0,6 = 17,55 \text{ м / хв.};$$

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} = \frac{1000 * 17,55}{3,14 * 5} = 1117,83 \text{ об / хв.} \approx 1000 \text{ об / хв.};$$

$$V = \frac{n * \pi * D}{1000} = \frac{1000 * 3,14 * 5}{1000} = 15,7 \text{ м / хв.};$$

$$M_{кр.} = 10 * C_m * D^q * S^y * K_{кр.} = 10 * 0,0345 * 5^2 * 0,15^{0,8} * 0,62 = 1,17 \text{ Н*м};$$

$$P = 10 * C_p * D^q * S^y * K_p = 10 * 68 * 5^1 * 0,15^{-0,7} * 0,62 = 7954,39 \text{ Н};$$

$$N = \frac{M_{кр.} * n}{9750} = \frac{1,17 * 1000}{9750} = 0,12 \text{ кВт};$$

$$l = 18 \text{ мм}; \Delta = 2 \text{ мм}; y = 0,3 * D = 1,5 \text{ мм}; \varphi_k = 1,75; 4 \text{ отвори};$$

$$T_o = \frac{L}{n * S} * i = \frac{18 + 1,5 + 2}{1000 * 0,15} * 4 = 0,6 \text{ хв.};$$

$$T_{шт.} = \varphi_k * T_o = 1,75 * 0,6 = 1,05 \text{ хв.}$$

Точіння Ø 50 чорнове

$t = 1,05 \text{ мм}; D = 53 \text{ мм}; T = 30 \text{ хв.}; S = 0,63 \text{ мм/об}; C_v = 350; m_v = 0,2; x_v = 0,15; y_v = 0,35; C_{pz} = 300; n_{pz} = -0,15; x_{pz} = 1; y_{pz} = 0,75; C_{py} = 240; n_{py} = -0,3; x_{py} = 0,9; y_{py} = 0,6; C_{px} = 339; n_{px} = -0,4; x_{px} = 1; y_{px} = 0,5; K_p = 0,94; [12, 17, 21, 27, 31, 32].$

					6261М.01.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						49
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{mv} = K_r * \left(\frac{750}{\sigma_b} \right)^{nv} = 1,6 * \left(\frac{750}{412} \right)^{-0,8} = 1;$$

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{tv} = 1 * 1 * 1 = 1;$$

$$V = \frac{C_v}{T^m * t^x * S^y} * K_v = \frac{350}{30^{0,2} * 1,05^{-0,15} * 0,63^{0,35}} * 1 = 206,86 \text{ м / хв.};$$

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} = \frac{1000 * 206,86}{3,14 * 53} = 1242,906 / \text{хв.} \approx 1000 \text{ об / хв.};$$

$$V = \frac{n * \pi * D}{1000} = \frac{1000 * 3,14 * 53}{1000} = 166,42 \text{ м / хв.};$$

$$P_z = 10 * C * t^x * S^y * V^n * K_p = 10 * 300 * 1,05^1 * 0,63^{0,75} * 166,42^{-0,15} * 0,94 = 972,21 \text{ Н};$$

$$P_y = 10 * C * t^x * S^y * V^n * K_p = 10 * 243 * 1,05^{0,9} * 0,63^{0,6} * 166,42^{-0,3} * 0,94 = 373,39 \text{ Н};$$

$$P_z = 10 * C * t^x * S^y * V^n * K_p = 10 * 309 * 1,05^1 * 0,63^{0,5} * 166,42^{-0,4} * 0,94 = 343,32 \text{ Н};$$

$$N = \frac{P_z * V}{1020 * 60} = \frac{972,21 * 166,42}{1020 * 60} = 2,64 \text{ кВт};$$

$$l = 610 \text{ мм}; \Delta = 2 \text{ мм}; y = 1,7 \text{ мм}; \varphi_k = 2,14;$$

$$T_o = \frac{L}{n * S} = \frac{610 + 1,7 + 2}{1000 * 0,63} = 0,98 \text{ хв.};$$

$$T_{шт.} = \varphi_k * T_o = 2,14 * 0,98 = 2,1 \text{ хв.}$$

Точіння Ø 50 чистове

$t = 0,158 \text{ мм}; D = 51 \text{ мм}; T = 60 \text{ хв.}; S = 0,1 \text{ мм/об}; C_v = 420; m_v = 0,2; x_v = 0,15; y_v = 0,2; C_{pz} = 300; n_{pz} = -0,15; x_{pz} = 1; y_{pz} = 0,75; C_{py} = 240; n_{py} = -0,3; x_{py} = 0,9; y_{py} = 0,6; C_{px} = 339; n_{px} = -0,4; x_{px} = 1; y_{px} = 0,5; K_p = 0,94; [12, 17, 21, 27, 31, 32].$

$$K_{mv} = K_r * \left(\frac{750}{\sigma_b} \right)^{nv} = 1,6 * \left(\frac{750}{412} \right)^{-0,8} = 1;$$

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{tv} = 1 * 1 * 1 = 1;$$

$$V = \frac{C_v}{T^m * t^x * S^y} * K_v = \frac{420}{60^{0,2} * 0,158^{-0,15} * 0,1^{0,35}} * 1 = 387,09 \text{ м / хв.};$$

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} = \frac{1000 * 387,09}{3,14 * 51} = 2417,1906 / \text{хв.} \approx 1600 \text{ об / хв.};$$

					6261М.01.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						50
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V = \frac{n * \pi * D}{1000} = \frac{1600 * 3,14 * 51}{1000} = 256,22 \text{ м / хв.};$$

$$P_z = 10 * C * t^x * S^y * V^n * K_p = 10 * 300 * 0,158^1 * 0,1^{0,75} * 256,22^{-0,15} * 0,94 = 34,48 \text{ Н};$$

$$P_y = 10 * C * t^x * S^y * V^n * K_p = 10 * 243 * 0,158^{0,9} * 0,1^{0,6} * 256,22^{-0,3} * 0,94 = 20,65 \text{ Н};$$

$$P_z = 10 * C * t^x * S^y * V^n * K_p = 10 * 309 * 0,158^1 * 0,1^{0,5} * 256,22^{-0,4} * 0,94 = 10,96 \text{ Н};$$

$$N = \frac{P_z * V}{1020 * 60} = \frac{34,48 * 256,22}{1020 * 60} = 0,14 \text{ кВт};$$

$$l = 610 \text{ мм}; \Delta = 2 \text{ мм}; y = 1,7 \text{ мм}; \varphi_k = 2,14;$$

$$T_o = \frac{L}{n * S} = \frac{610 + 1,7 + 2}{1000 * 0,1} = 3,84 \text{ хв.};$$

$$T_{шт.} = \varphi_k * T_o = 2,14 * 3,84 = 8,22 \text{ хв.}$$

Підрізання торця

$t = 2 \text{ мм}; D = 50 \text{ мм}; d = 20 \text{ мм}; T = 60 \text{ хв.}; S = 0,35 \text{ мм/об}; C_v = 47; m_v = 0,2;$
 $x_v = 0,15; y_v = 0,2; C_{pz} = 300; n_{pz} = -0,15; x_{pz} = 1; y_{pz} = 0,75; C_{py} = 240; n_{py} = -0,3;$
 $x_{py} = 0,9; y_{py} = 0,6; C_{px} = 339; n_{px} = -0,4; x_{px} = 1; y_{px} = 0,5; K_p = 1; [12, 17, 21, 27, 31, 32].$

$$K_{mv} = K_r * \left(\frac{750}{\sigma_b} \right)^{nv} = 1,6 * \left(\frac{750}{412} \right)^{-0,8} = 1;$$

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{tv} = 1 * 1 * 1 = 1;$$

$$V = \frac{C_v}{T^m * t^x * S^y} * K_v = \frac{47}{60^{0,2} * 2^{-0,15} * 0,35^{0,8}} * 1 = 43,25 \text{ м / хв.};$$

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} = \frac{1000 * 43,25}{3,14 * 20} = 688 \text{ об / хв.} \approx 640 \text{ об / хв.};$$

$$V = \frac{n * \pi * D}{1000} = \frac{640 * 3,14 * 20}{1000} = 40,19 \text{ м / хв.};$$

$$P_z = 10 * C * t^x * S^y * V^n * K_p = 10 * 300 * 2^1 * 0,35^{-0,75} * 40,19^{-0,15} = 1568,86 \text{ Н};$$

$$P_y = 10 * C * t^x * S^y * V^n * K_p = 10 * 243 * 2^{0,9} * 0,35^{0,6} * 40,19^{-0,3} = 797,51 \text{ Н};$$

$$P_z = 10 * C * t^x * S^y * V^n * K_p = 10 * 309 * 2^1 * 0,35^{0,5} * 40,19^{-0,4} = 915,41 \text{ Н};$$

					6261М.01.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						51
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1568,86 \cdot 40,19}{1020 \cdot 60} = 1,03 \text{кВт};$$

$$\Delta = 2 \text{ мм}; \varphi_k = 2,14;$$

$$T_o = \frac{(D-d)/2 + \Delta}{n \cdot S} = \frac{10 + 2}{640 \cdot 0,35} = 0,1 \text{хв.};$$

$$T_{шт.} = \varphi_k \cdot T_o = 2,14 \cdot 0,001 = 0,22 \text{ хв.}$$

Відрізання хвостовика

$D = 20 \text{ мм}; T = 20 \text{ хв.}; S = 0,15 \text{ мм/об}; C_v = 23,7; m_v = 0,25; y_v = 0,66; C_{pz} = 408; x_{pz} = 0,72; y_{pz} = 0,8; C_{py} = 173; x_{py} = 0,73; y_{py} = 0,67; K_p = 1; [12, 17, 21, 27, 31, 32].$

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_b} \right)^{nv} = 1,6 \cdot \left(\frac{750}{412} \right)^{-0,8} = 1;$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{tv} = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1;$$

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{23,7}{20^{0,25} \cdot 0,15^{0,66}} \cdot 1 = 39,19 \text{ м / хв.};$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 39,19}{3,14 \cdot 20} = 624 \text{об / хв.} \approx 640 \text{об / хв.};$$

$$V = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{640 \cdot 3,14 \cdot 20}{1000} = 40,19 \text{ м / хв.};$$

$$P_z = 10 \cdot C \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 408 \cdot 4^{0,72} \cdot 0,15^{0,8} \cdot 1 = 2426,7 \text{ Н};$$

$$P_y = 10 \cdot C \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 173 \cdot 4^{0,73} \cdot 0,15^{-0,67} \cdot 1 = 1335,15 \text{ Н};$$

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{2426,7 \cdot 40,19}{1020 \cdot 60} = 1,59 \text{кВт};$$

$$\Delta = 2 \text{ мм}; \varphi_k = 2,14;$$

$$T_o = \frac{D/2 + \Delta}{n \cdot S} = \frac{25 + 2}{640 \cdot 0,15} = 0,6 \text{хв.};$$

$$T_{шт.} = \varphi_k \cdot T_o = 2,14 \cdot 0,28 = 0,6 \text{ хв.}$$

Шліфування Ø 50 чистове

$D = 50 \text{ мм}; t = 0,296 \text{ мм}; B = 50 \text{ мм}; S_M = 10 \text{ мм/хв.}; V_s = 50 \text{ м/хв.}; V_K = 35 \text{ м/с}; C_H = 2,2; r_H = 0,5; x_H = 0,5; y_H = 0,55; q_H = 0; [12, 17, 21, 27, 31, 32].$

$$S = 10 \cdot \frac{\pi \cdot V}{1000 \cdot D} = \frac{3,14 \cdot 50}{1000 \cdot 50} = 0,03154 \text{об / хв.}$$

					6261М.01.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						52
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} = \frac{1000 * 50}{3,14 * 50} = 318,406 / \text{хв.}$$

$$N = C * t^x * S^y * V_z^y * D^q = 2,2 * 0,296^{0,5} * 0,0315^{0,55} * 50^{0,5} * 50^0 = 0,39 \text{ кВт.};$$

$$l = 610 \text{ мм}; \Delta = 2 \text{ мм}; B = 50 \text{ мм}; \varphi_K = 2,1;$$

$$T_o = \frac{L}{n * S} = \frac{610 + 50 + 2}{318,4 * 0,0315} = 66,01 \text{ хв.}$$

$$T_{ум.} = \varphi_K * T_o = 2,1 * 66,01 = 138,62 \text{ хв.}$$

Фрезерування торців

D = 63 мм; t = 2 мм; z = 14 шт.; B = 53 мм; T = 180 хв.; S = 0,12 мм/хв.; C_v = 41; q_v = 0,25; m_v = 0,2; x_v = 0,1; y_v = 0,4; u_v = 0,15; p_v = 0,1; K_v = 0,7; C_p = 68; q_p = 0,86; x_p = 0,86; y_p = 0,74; u_p = 0,86; K_p = 1; w_p = 0 [12,17,21,27,31,32].

$$V = \frac{C_v * D^q}{T^m * t^{x*} * S^y * B^u * z^p} * K_v =$$

$$= \frac{41 * 63^{0,25}}{180^{0,2} * 2^{0,1} * 0,12^{0,4} * 53^{0,5} * 14^{0,1}} * 0,7 = 24,6 \text{ м / хв.};$$

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} = \frac{1000 * 26,4}{3,14 * 63} = 133,4506 / \text{хв.} \approx 10006 / \text{хв.};$$

$$V = \frac{n * \pi * D}{1000} = \frac{640 * 3,14 * 63}{1000} = 19,78 \text{ м / хв.};$$

$$S_{мин.} = S_z * z * n = 0,12 * 14 * 100 = 168 \text{ мм / хв.}$$

$$S = \frac{S_m}{n} = \frac{168}{100} = 1,68 \text{ мм / хв.}$$

$$P_z = \frac{10 * C * t^x * S_z^y * B^n * z}{D^q * n^w} * K_p =$$

$$= \frac{10 * 68 * 2^{0,86} * 0,12^{0,74} * 53^{0,86} * 14}{63^{0,86} * 100^0} * 1 = 3101,42 \text{ Н};$$

$$P_h = 0,4 * P_z = 0,4 * 3101,42 = 1240,59 \text{ Н};$$

$$P_x = 0,55 * P_z = 0,55 * 3101,42 = 938,18 \text{ Н};$$

$$M_{кр.} = \frac{P_z * D}{2 * 100} = \frac{3101,42 * 63}{2 * 100} = 97,69 \text{ Н * м};$$

$$N = \frac{M_{кр.} * n}{9750} = \frac{97,69 * 100}{9750} = 1,02 \text{ кВт};$$

$$L = 270 \text{ мм}; \varphi_K = 1,84;$$

					6261М.01.МР.09.03.ПЗ	Арк.
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

$$T_o = \frac{B}{n * S} = \frac{53}{100 * 1,68} = 0,32 \text{ хв.}$$

$$T_{ум.} = \varphi_k * T_o = 1,84 * 0,32 = 0,59 \text{ хв.}$$

Фрезерування паза чорнове

$D = 14 \text{ мм}; t = 2 \text{ мм}; z = 5 \text{ шт.}; B = 18 \text{ мм}; T = 70 \text{ хв.}; S = 0,05 \text{ мм/зуб}; C_v = 46,7; q_v = 0,45; m_v = 0,33; x_v = 0,5; y_v = 0,5; u_v = 0,1; p_v = 0,1; K_v = 0,7; C_p = 68,2; q_p = 0,86; x_p = 0,86; y_p = 0,72; u_p = 1; K_p = 1; w_p = 0 [12,17,21,27,31,32].$

$$V = \frac{C_v * D^q}{T^m * t^{x*} * S^y * B^u * z^p} * K_v =$$

$$= \frac{46,7 * 14^{0,45}}{70^{0,33} * 2^{0,55} * 0,05^{0,5} * 18^{0,1} * 5^{0,1}} * 0,7 = 53,73 \text{ м/хв.};$$

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} = \frac{1000 * 53,73}{3,14 * 14} = 1222,24 \text{ об/хв.} \approx 630 \text{ об/хв.};$$

$$V = \frac{n * \pi * D}{1000} = \frac{630 * 3,14 * 14}{1000} = 27,69 \text{ м/хв.};$$

$$S_{мин.} = S_z * z * n = 0,05 * 5 * 630 = 157,5 \text{ мм/хв.}$$

$$S = \frac{S_m}{n} = \frac{157,5}{630} = 0,25 \text{ мм/хв.}$$

$$P_z = \frac{10 * C * t^x * S_z^y * B^n * z}{D^q * n^w} * K_p =$$

$$= \frac{10 * 68,2 * 2^{0,86} * 0,05^{0,72} * 18^1 * 5}{14^{0,86} * 630^0} * 1 = 1331,99 \text{ Н};$$

$$P_h = 0,4 * P_z = 0,4 * 1331,99 = 532,79 \text{ Н};$$

$$P_x = 0,55 * P_z = 0,55 * 1331,99 = 732,59 \text{ Н};$$

$$M_{кр.} = \frac{P_z * D}{2 * 100} = \frac{1331,99 * 14}{2 * 100} = 93,24 \text{ Н * м};$$

$$N = \frac{M_{кр.} * n}{9750} = \frac{93,24 * 100}{9750} = 6,03 \text{ кВт};$$

$$L = 270 \text{ мм}; \varphi_k = 1,84;$$

$$T_o = \left(\frac{L}{n * S} + 2 * \frac{t}{n * S} \right) * i = \left(\frac{270}{630 * 0,25} + 2 * \frac{2}{630 * 0,25} \right) * 7 = 12,17 \text{ хв.};$$

$$T_{ум.} = \varphi_k * T_o = 1,84 * 12,17 = 22,4 \text{ хв.}$$

Фрезерування паза чистове

					6261м.01.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						54
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$D = 16 \text{ мм}; t = 1 \text{ мм}; z = 5 \text{ шт.}; B = 46 \text{ мм}; T = 90 \text{ хв.}; S = 0,05 \text{ мм/зуб}; C_v = 46,7; q_v = 0,45; m_v = 0,33; x_v = 0,5; y_v = 0,5; u_v = 0,1; p_v = 0,1; K_v = 0,7; C_p = 68,2; q_p = 0,86; x_p = 0,86; y_p = 0,72; u_p = 1; K_p = 1; w_p = 0 [12,17,21,27,31,32].$

$$V = \frac{C_v * D^q}{T^m * t^{x^*} * S^y * B^u * z^p} * K_v =$$

$$= \frac{46,7 * 16^{0,45}}{90^{0,33} * 1^{0,5} * 0,05^{0,5} * 46^{0,1} * 5^{0,1}} * 0,7 = 66,94 \text{ м/хв.};$$

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} = \frac{1000 * 66,94}{3,14 * 16} = 1332,406 / \text{хв.} \approx 630 \text{ об/хв.};$$

$$V = \frac{n * \pi * D}{1000} = \frac{630 * 3,14 * 16}{1000} = 31,65 \text{ м/хв.};$$

$$S_{\text{мин.}} = S_z * z * n = 0,05 * 5 * 630 = 157,5 \text{ мм/хв.}$$

$$S = \frac{S_m}{n} = \frac{157,5}{630} = 0,25 \text{ мм/хв.}$$

$$P_z = \frac{10 * C * t^x * S_z^y * B^n * z}{D^q * n^w} * K_p =$$

$$= \frac{10 * 68,2 * 1^{0,86} * 0,05^{0,72} * 46^1 * 5}{16^{0,86} * 630^0} * 1 = 1671,96 \text{ Н};$$

$$P_h = 0,4 * P_z = 0,4 * 1671,96 = 668,78 \text{ Н};$$

$$P_x = 0,55 * P_z = 0,55 * 1671,96 = 919,58 \text{ Н};$$

$$M_{\text{кр.}} = \frac{P_z * D}{2 * 100} = \frac{1331,99 * 16}{2 * 100} = 106,56 \text{ Н * м};$$

$$N = \frac{M_{\text{кр.}} * n}{9750} = \frac{106,56 * 630}{9750} = 6,88 \text{ Вт};$$

$$L = 270 \text{ мм}; \varphi_k = 1,84;$$

$$T_o = \left(\frac{L}{n * S} + 2 * \frac{t}{n * S} \right) * i = \left(\frac{270}{630 * 0,25} + 2 * \frac{1 + 14}{630 * 0,25} \right) * 1 = 2, \text{ хв.};$$

$$T_{\text{ит.}} = \varphi_k * T_o = 1,84 * 2 = 3,68 \text{ хв.}$$

Фрезерування лисок чорнове

$D = 30 \text{ мм}; t = 2 \text{ мм}; z = 6 \text{ шт.}; B = 14 \text{ мм}; T = 120 \text{ хв.}; S = 0,08 \text{ мм/зуб}; C_v = 234; q_v = 0,44; m_v = 0,33; x_v = 0,5; y_v = 0,5; u_v = 0,1; p_v = 0,1; K_v = 0,7; C_p = 12,5; q_p = 0,73; x_p = 0,85; y_p = 0,75; u_p = 1; K_p = 1; w_p = -0,23 [12,17,21,27,31,32].$

					6261М.01.МР.09.03.ПЗ	Арк.
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

$$V = \frac{C_v * D^q}{T^m * t^{x^*} * S^y * B^u * z^p} * K_v =$$

$$= \frac{234 * 30^{0,44}}{120^{0,33} * 2^{0,5} * 0,08^{0,5} * 14^{0,1} * 6^{0,1}} * 0,7 = 241,89 \text{ м / хв.};$$

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} = \frac{1000 * 241,89}{3,14 * 30} = 2567,93 \text{ об / хв.} \approx 1000 \text{ об / хв.};$$

$$V = \frac{n * \pi * D}{1000} = \frac{1000 * 3,14 * 30}{1000} = 94,2 \text{ м / хв.};$$

$$S = S_z * z = 0,08 * 6 = 0,48 \text{ мм / хв.}.$$

$$P_z = \frac{10 * C * t^{x^*} * S_z^y * B^n * z}{D^q * n^w} * K_p =$$

$$= \frac{10 * 12,5 * 2^{0,85} * 0,08^{0,75} * 14^1 * 6}{30^{0,73} * 1000^{-0,23}} * 1,1 = 1280,78 \text{ Н};$$

$$P_h = 0,4 * P_z = 0,4 * 1280,78 = 512,31 \text{ Н};$$

$$P_x = 0,55 * P_z = 0,55 * 1280,78 = 704,42 \text{ Н};$$

$$M_{кр.} = \frac{P_z * D}{2 * 100} = \frac{1280,78 * 30}{2 * 100} = 181,32 \text{ Н * м};$$

$$N = \frac{M_{кр.} * n}{9750} = \frac{181,32 * 1000}{9750} = 3,04 \text{ кВт};$$

Лиски типу А

$$L = 265 \text{ мм}; \varphi_k = 1,84;$$

$$T_o = \frac{L}{n * S} + 2 * \frac{T}{n * S} = \frac{265}{1000 * 0,48} + 2 * \frac{27}{1000 * 0,48} = 0,67 \text{ хв.};$$

$$T_{ум.} = \varphi_k * T_o = 1,84 * 0,67 = 1,24 \text{ хв.}$$

Лиски типу Б

$$L = 70 \text{ мм}; \varphi_k = 1,84;$$

$$T_o = \frac{L}{n * S} + 2 * \frac{T}{n * S} = \frac{70}{1000 * 0,48} + 2 * \frac{27}{1000 * 0,48} = 0,26 \text{ хв.};$$

$$T_{ум.} = \varphi_k * T_o = 1,84 * 0,26 = 0,48 \text{ хв.}$$

Фрезерування лисок чистове

$D = 30 \text{ мм}; t = 1 \text{ мм}; z = 6 \text{ шт.}; B = 14 \text{ мм}; T = 120 \text{ хв.}; S = 0,02 \text{ мм / зуб}; C_v = 234; q_v = 0,44; m_v = 0,33; x_v = 0,5; y_v = 0,5; u_v = 0,1; p_v = 0,1; K_v = 0,7; C_p = 12,5; q_p = 0,73; x_p = 0,85; y_p = 0,75; u_p = 1; K_p = 1; w_p = -0,23 [12,17,21,27,31,32].$

$$S_z = S / z = 0,02 / 6 = 0,003 \text{ мм / зуб.}$$

					6261М.01.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						56
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V = \frac{C_v * D^q}{T^m * t^{x*} * S^y * B^u * z^p} * K_v =$$

$$= \frac{234 * 30^{0,44}}{120^{0,33} * 1^{0,5} * 0,003^{0,5} * 16^{0,1} * 6^{0,1}} * 0,7 = 174,31 \text{ м / хв.};$$

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} = \frac{1000 * 174,31}{3,14 * 30} = 1850,42 \text{ об / хв.} \approx 1000 \text{ об / хв.};$$

$$V = \frac{n * \pi * D}{1000} = \frac{1000 * 3,14 * 30}{1000} = 94,2 \text{ м / хв.};$$

$$P_z = \frac{10 * C * t^x * S_z^y * B^n * z}{D^q * n^w} * K_p =$$

$$= \frac{10 * 12,5 * 1^{0,85} * 0,003^{0,75} * 16^1 * 6}{30^{0,73} * 1000^{-0,23}} * 1,1 = 692,02 \text{ Н};$$

$$P_h = 0,4 * P_z = 0,4 * 692,02 = 276,8 \text{ Н};$$

$$P_x = 0,55 * P_z = 0,55 * 692,02 = 380,61 \text{ Н};$$

$$M_{кр.} = \frac{P_z * D}{2 * 100} = \frac{692,02 * 30}{2 * 100} = 103,8 \text{ Н * м};$$

$$N = \frac{M_{кр.} * n}{9750} = \frac{103,8 * 1000}{9750} = 3,02 \text{ кВт};$$

Лиски типу А

$$L = 265 \text{ мм}; \varphi_k = 1,84;$$

$$T_o = \frac{L}{n * S} + 2 * \frac{T}{n * S} = \frac{265}{1000 * 0,08} + 2 * \frac{27}{1000 * 0,08} = 3,99 \text{ хв.};$$

$$T_{ум.} = \varphi_k * T_o = 1,84 * 3,99 = 7,35 \text{ хв.}$$

Лиски типу Б

$$L = 70 \text{ мм}; \varphi_k = 1,84;$$

$$T_o = \frac{L}{n * S} + 2 * \frac{T}{n * S} = \frac{70}{1000 * 0,08} + 2 * \frac{27}{1000 * 0,08} = 1,55 \text{ хв.};$$

$$T_{ум.} = \varphi_k * T_o = 1,84 * 1,55 = 2,86 \text{ хв.}$$

Нарізання різьби

$$D = 6 \text{ мм}; T = 120 \text{ мм}; S = 1 \text{ мм/зуб}; C_p = 12,5; q_p = 0,73; x_p = 0,85; y_p = 0,75;$$

$$u_p = 1; K_p = 1; w_p = -0,23 [4,8,9,12,17].$$

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} = 1 * 1,3 = 1,3;$$

$$V = \frac{53 * D^{1,5}}{T^{0,9} * S^{0,5}} * K_v = \frac{53 * 6^{1,5}}{150^{0,9} * 1^{0,5}} * 1,3 = 11,14 \text{ м / хв.}$$

					6261м.01.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						57
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} = \frac{1000 * 11,14}{3,14 * 6} = 5906 / \text{хв.} \approx 4506 / \text{хв.};$$

$$V = \frac{n * \pi * D}{1000} = \frac{45 * 3,14 * 6}{1000} = 0,85 \text{ м / хв.};$$

$$M_{кр.} = 0,41 * D^{1,7} * S^{1,5} = 0,41 * 6^{1,7} * 1^{1,5} = 8,62 \text{ Н * м};$$

$$N = \frac{M_{кр.} * n}{9750} = \frac{8,62 * 45}{9750} = 0,04 \text{ кВт};$$

$$L = 265 \text{ мм}; \varphi_k = 1,55; 4 \text{ отвори};$$

$$T_o = i * \frac{L}{n * S} = 4 * \frac{14}{45 * 1} = 0,32 \text{ хв.};$$

$$T_{ум.} = \varphi_k * T_o = 1,55 * 0,32 = 0,5 \text{ хв.}$$

[12,17,21,27,31,32].

3.7. Технічне нормування

Розрахунок підготовчо-заключного часу

Фрезерно-центрувальна операція

Час на обслуговування робочого місця 5,5% від основного.

Час встановлення заготовки в призми 18 хв.

Час на отримання, здачу інструменту 7 хв.

Основний час центрування 0,05 хв.

Основний час фрезерування 0,32 хв.

$$T_{пз} = 0,055 * (T_{ос} + T_{оф}) + 18 + 7 = 0,055 * (0,05 + 0,32) + 18 + 7 = 25,03 \text{ хв.}$$

Токарна чорнова операція

Час на обслуговування робочого місця 5 % від основного.

Час встановлення заготовки в центра 30 хв.

Час на отримання, здачу інструменту 10 хв.

Основний час центрування 0,98 хв.

Основний час фрезерування 0,1 хв.

$$T_{пз} = 0,05 * (T_{ос} + T_o) + 30 + 10 = 0,05 * (0,98 + 0,1) + 30 + 10 = 40,06 \text{ хв.}$$

Свердлильна чистова операція

Час на обслуговування робочого місця 4 % від основного.

					6261М.01.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						58
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Час встановлення заготовки в пристосування 8 хв.

Час на отримання, здачу інструменту 7 хв.

Основний час чорнового свердління 4,45 хв.

$$T_{nz} = 0,04 * T_o + 8 + 7 = 0,04 * 4,45 + 8 + 7 = 15,18 \text{ хв.}$$

Свердлильна чистова операція

Час на обслуговування робочого місця 4 % від основного.

Час встановлення заготовки в пристосування 8 хв.

Час на отримання, здачу інструменту 7 хв.

Основний час чистового свердління 3,6 хв.

Основний час зенкування 0,26 хв.

$$T_{nz} = 0,04 * (T_{oc} + T_{oz}) + 8 + 7 = 0,04 * (3,6 + 0,26) + 8 + 7 = 15,16 \text{ хв.}$$

Токарна чистова операція

Час на обслуговування робочого місця 5 % від основного.

Час встановлення заготовки в пристосування 30 хв.

Час на отримання, здачу інструменту 10 хв.

Основний час чорнового точіння 3,84 хв.

$$T_{nz} = 0,05 * T_o + 30 + 10 = 0,05 * 3,84 + 30 + 10 = 40,2 \text{ хв.}$$

Фрезерування паза

Час на обслуговування робочого місця 3 % від основного.

Час встановлення заготовки в пристосування 13 хв.

Час на отримання, здачу інструменту 7 хв.

Основний час чорнового точіння 14,17 хв.

$$T_{nz} = 0,03 * T_o + 13 + 7 = 0,03 * 14,17 + 13 + 7 = 20,43 \text{ хв.}$$

Фрезерування лисок

Час на обслуговування робочого місця 3 % від основного.

Час встановлення заготовки в пристосування 17 хв.

Час встановлення стійки для хоботу 2 хв.

Час встановлення деталі без зміни затискання 12 хв.

Настройка багатошпиндельної головки 20 хв.

Час на отримання, здачу інструменту 7 хв.

					6261м.01.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						59
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основний час чорнового фрезерування лисок двох типів 6,47 хв.

$$T_{нз} = 0,03 * 6,47 + 17 + 2 + 12 + 20 + 7 = 58,2хв.$$

Свердління трьох отворів

Час на обслуговування робочого місця 3 % від основного.

Час встановлення заготовки в пристосування 17 хв.

Настройка багатшпиндельної головки 20 хв.

Час на отримання, здачу інструменту 7 хв.

$$T_{нз} = 0,04 * (T_{ос} + T_{оз}) + 8 + 20 + 7 = 0,04 * (0,15 + 0,93) + 8 + 20 + 7 = 35,05хв.$$

Свердління чотирьох отворів

Час на обслуговування робочого місця 4 % від основного.

Час встановлення заготовки в пристосування з кондуктором 13 хв.

Час на отримання, здачу інструменту 7 хв.

$$T_{нз} = 0,03 * 0,6 + 13 + 7 = 20,03хв.$$

Шліфувальна операція

Час на обслуговування робочого місця 9 % від основного.

Час встановлення заготовки в центра 12 хв.

Час встановлення круга 8 хв.

Час правки круга 1 хв.

Час на отримання, здачу інструменту 7 хв.

Основний час шліфування 66,01 хв.

$$T_{нз} = 0,09 * 66,01 + 12 + 8 + 1 + 7 = 33,95хв.$$

Токарна операція по відрізання хвостовика

Час на обслуговування робочого місця 5 % від основного.

Час встановлення заготовки в патрон 15 хв.

Час на отримання, здачу інструменту 10 хв.

Основний час на відрізання хвостовика 0,28 хв.

$$T_{нз} = 0,05 * 0,28 + 15 + 10 = 25,02хв.$$

Нарізання різьби

Час на обслуговування робочого місця 4 % від основного.

Час встановлення заготовки в тиски 15 хв.

					6261м.01.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						60
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Час на отримання, здачу інструменту 7 хв.

Основний час на відрізання хвостовика 13,6 хв.

$$T_{nz} = 0,04 * 13,6 + 8 + 7 = 15,55 \text{ хв.}$$

3.8. Управляюча програма для вертикально-свердлильного верстату з ЧПК 2P135Ф2-1

Карта налагодження інструменту

Таблиця 3.1

№№	Інструмент	Діаметр, мм	Код позиції	Код коректору
1	Свердло центрувальне	5	T01	L01
2	Комбінований інструмент	7,12	T02	L02

Управляюча програма для обробки штока супорта

Таблиця 3.2

Текст програми	Примітка
% :001 G81 T01 S12 F13 L01 M08 X-006000 Y+000000 R+000000 Z+000850 ПС №002 X-015000 ПС №003 G91 X-024000 M09 ПС	Центрування 0 1 2
:004 G82 T02 S10 F13 L02 M08 X-006000 Y+00000 R+000000 Z+005600 ПС №005 X-015000 ПС №006 G92 X-024000 M09 ПС №007 M02 ПС	Свердлення та зенкування 0 1 2

4. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

4.1. Проектування фрезерувальної головки

Для застосування на горизонтально-фрезерувальних верстатах при виконанні робіт, які потребують вертикально-фрезерувального верстата; робота виконується одночасно двома шпинделями, що збільшує продуктивність верстата та розширює галузь застосування горизонтально-фрезерувальних верстатів.

Головка має два корпуси: корпус 6 закріплено нерухомо на направляючих станини, а корпус 3 встановлюється на направляючих хоботу горизонтально-фрезерувального верстата, по яким його можна пересувати. Установка корпусів відносно друг до друга здійснюється за допомогою маховичка 2 та 12. Після чого корпус 3 з головкою закріплюється болтами 32. Шпиндель корпуса 7 головки нерухомий, а шпиндель корпуса 8 має можливість пересуватися в вертикальному напрямку за допомогою рукоятки, пов'язаною з рейкою 17 та закріплюється в робочому положенні обертом рукоятки 1. Для більшої жорсткості всієї конструкції вільний кінець обертається в підшипнику серги хоботка.

Перевірочний розрахунок шпонок

Призматичні шпонки, які застосовуються на проєктованих валах, перевіряємо на м'яття. Перевірці підлягає шпонка найбільш навантаженого вала – під циліндричним та конічним колесом.

Умова міцності

$$\sigma_{см} = \frac{F}{A} \leq [\sigma]_{см},$$

де F – окружна сила на шестерні або на колесі;

$A = (0,94h - t)$ – площа м'яття, мм. Тут $l = l - b$ – робоча довжина шпонки зі округленими торцями, мм (l – повна довжина шпонки, визначена за конструктивним компонованням); b, h, t – стандартні розміри;

$\sigma_{см}$ – допустиме напруження на м'яття, Н/мм.

При сталевій ступці та спокійному навантаженню $[\sigma] = 110-190$ Н/мм; при коливаннях навантаження $[\sigma]$ треба знижувати на 20-25%; при ударному

					6261м.01.МР.09.04.ПЗ	Арк.
						63
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

навантаженні – знижувати на 40-50%.

$$A = (0,94h - t) \times 1 = (0,94 \times 7 - 3,5) \times 15 = 46,2 \text{ мм}^2$$

$$\sigma_{cm} = \frac{1671,96}{46,2} = 36,19 \leq [\sigma]_{cm} = 85.$$

Із приведених розрахунків видно, що найбільш навантажена шпонка придатна для роботи в пристосуванні, але для більшої надійності приймаємо посадку з натягом.

Перевірочний розрахунок стяжних гвинтів підшипникових вузлів

Стяжні гвинти (болти) діаметром d підшипникових вузлів – найбільш відповідальні різьбові деталі пристосування, які розташовані поряд з отворами під підшипники. Їх призначення – приймати сили, які передаються на кришку зовнішніми кільцями підшипників, та стискати фланці кришки і фундаменту корпусу для запобігання їх розкриття та утікання масла.

Гвинти виготовляють зі сталі 30, 35, класу міцності 5,6 (перше число, помножене на 100, визначає межу міцності - 500 Н/мм; множення чисел, помножене на 10, визначає межу текучості – 300 Н/мм).

$$\sigma_{cm} = \frac{F}{A} \leq [\sigma]_{cm},$$

де F – розрахункова сила затягування гвинтів, яка забезпечує не розкриття стику під навантаженням, Н;

$$F = K \times (1 - x) \times F_1 = 2,5 \times (1 - 0,4) \times 919,58 = 1379,37 \text{ Н},$$

де F_1 – сила, яка сприймається одним стяжним гвинтом, Н;

K – коефіцієнт затягування, $K = 1,25-2,0$ – при постійному навантаженні, $K = 2,5-4,0$ – при змінній;

X – коефіцієнт основного навантаження, $x = 0,2-0,3$ – для з'єднання сталевих та чавунних деталей без прокладок, $x = 0,4-0,5$ – для металевих деталей з пружними прокладками (кароніт, гума і та ін.);

A – площа небезпечного зрізу гвинта, мм.

$$A = d_1 / 4 = (12 - 0,94 \times 1,5) / 4 = 2,65 \text{ мм}^2,$$

де $d_1 = d - 0,94p$ – розрахунковий діаметр гвинта;

d – зовнішній діаметр гвинта;

					6261м.01.МР.09.04.ПЗ	Арк.
						64
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

p – крок різьби;

$[\sigma]$ – допустима напруга при неконтрольованому затягуванні, Н/мм; для гвинтів (болтів) з зовнішнім діаметром до 16 мм – (0,2-0,25); від 16 до 30 мм – (0,25-0,40).

$$\sigma_{cm} = \frac{1379,97}{2,65} = 52051 \leq [\sigma]_{cm} = 610.$$

Результати розрахунку показують, що дані болти підходять для кріплення та стягування частин пристосування.

Тепловий розрахунок підшипників ковзання

Мета теплового розрахунку – перевірка температури масла в пристосуванні, котра не повинна перебільшувати допустиму $[t] = 80-160$ °С. Температура повітря поза корпусом звичайно $t = 20$ °С. Температура масла t в корпусі при безперервній роботі без штучного охолодження визначається за формулою

$$t_m = t_b + \frac{Px(1-\eta)}{KxA},$$

де P – потужність на валу, Вт;

η - коефіцієнт корисної дії пристосування;

$K = 9-17$ Вт/(м*град) - коефіцієнт теплопередачі;

A – площа тепло віддачею поверхні корпуса підшипника, м.

$$t_m = 20 + \frac{6,03x(1-0,8)}{17x5,89x10^{-5}} = 140,94$$
 °С.

Для більш інтенсивного охолодження підшипника ковзання можна збільшити площу тепловіддачі [17, 21, 27, 30, 46].

4.2. Розрахунок пристосування для затискування та позиційності деталі

Призначення – для швидкого закріплення та позиційності деталей різного розміру при їх обробці на фрезерувальних верстатах в центрах.

Технічна характеристика

Діаметр затиснутих деталей – від 45 до 60 мм.

Зусилля затискання – 4,5 кН.

Хід поршня – 70 мм.

					6261м.01.МР.09.04.ПЗ	Арк.
						65
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На плиті, котра в свою чергу, кріпиться до столу верстата, встановлюють центра, лещата для затискування валів, гідросистема.

Заготовка встановлюється в центра, попередньо базуючись за допомогою пальцю. Лещата при подаванні рідини до поршня, перемиканням розподільвача, затискають заготовку, ділянка заготовки, де ведеться обробка для більшої міцності встановлюється на призму.

Оберт заготовки на 90° здійснюється за допомогою рійки, встановленої на шток гідро циліндру, сектора зубчатого колеса закріпленому на центрі. Рух сектора на 90° обмежується двома обмежувачами, встановленими з високою точністю.

В корпусі на осях встановлені губки, котрі на одному кінці мають калені планки. На другому кінці губок встановлені держателі для штока гідро циліндра. При русі штоку губки сходяться і планки притискають деталь до призми. Призма двохстороння і в залежності від діаметра деталі встановлюється той чи іншою стороною до оброблюваної деталі. Кріплення призми до корпусу здійснюється болтами.

Для роз тискання деталі шток рухається в зворотному напрямку. Упор, встановлений на осі, служить для фіксації положення деталі по довжині. Упор після установки закріплюється гвинтом.

Конструкція корпусу передбачає можливість установки лещат, як на вертикальних, так і на горизонтальних фрезерувальних верстатах.

Розрахунок гідро циліндру

Сила різання $P_z = 1280,78 \text{ Н}$

$$P_{\text{шт}} = 2 \times P_z = 2561,56 \text{ Н.}$$

Діаметр циліндру

$$D_{\text{ц}} = \sqrt[3]{4 \times (P + qp) / (3,14p)} = 14,7456 \text{ мм.}$$

Прийmemo за ГОСТ 2057-81 $D_{\text{ц}} = 80,0 \text{ мм.}$

Діаметр штоку

$$d_{\text{шт}} = 0,15 D_{\text{ц}} = 12 \text{ мм.}$$

Активна площа поршню

$$F = 3,14 \times D_{\text{ц}}^2 / 4 = 502,65 \text{ мм}^2.$$

					6261М.01.МР.09.04.ПЗ	Арк.
						66
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зусилля затискання деталі

$$P_z = P_{um} \times (a - (a+b)/b) \times 0,9 = 4,5 \text{ кН.}$$

Обсяг робочої площини циліндру

$$V = F \times 1 = 8042,47 \text{ мм}^3.$$

Витрати рідини за годину

$$W = (p+1) \times V \times np = 257359,27 \text{ мм}^3.$$

Внутрішній діаметр трубопроводу

$$d = 2 \times \sqrt[3]{V/(3,14 \times c \times ta)} = 11 \text{ мм.}$$

Перевірочний розрахунок вісей

Вісі, застосовані в лещатах, перевіряємо на м'яття. Перевірці підлягає найбільш навантажена вісь найменшого діаметру.

Умова міцності

$$\sigma_{cm} = \frac{F}{A} \leq [\sigma]_{cm},$$

де F - сила діюча на вісь;

$A = 1 \times \pi \times d/2$ – площа м'яття, мм;

$[\sigma]_{cm}$ – допустима напруга на м'яття, Н/мм.

$$A = 1 \times \pi \times d/2 = 40 \times 3,14 \times 8/4 = 251 \text{ мм}^2;$$

$$\sigma_{cm} = \frac{4500}{251} = 17,93 \leq [\sigma]_{cm} = 85.$$

Із приведених розрахунків видно, що найбільш навантажена вісь придатна для роботи в пристосуванні [3, 4, 12, 13, 17, 46] .

4.3. Конструювання комбінованого (свердло-зенкер) ріжучого інструменту

Для сумісництва операцій при обробці ступінчастих отворів застосовуються всілякі комбіновані інструменти. Найбільш розповсюдженими комбінованими інструментами для обробки отворів є ступінчаті свердла, зенкери та розвертки. Ці інструменти застосовують на свердлильних, револьверних, агрегатних верстатах та токарних півавтоматах, забезпечуючи високу продуктивність і просте обслуговування.

					6261м.01.МР.09.04.ПЗ	Арк.
						67
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Комбіновані свердла та зенкери при малому перепаді діаметрів ступенів, виготовлюються перешліфуванням звичайних інструментів. Ці інструменти допускають порівняно невелику кількість переточувань, обмежене довжиною ступеня малого діаметру. Тому знаходять застосування свердла і зенкери із чередованими зубами. У цих інструментів для кожної ріжучої кромки створюється пряма чи гвинтова канавка та відповідна до неї стрічка. Ці інструменти допускають значне число переточувань, так як калібруючи ділянка кожного ступеня проходить по всій довжині робочої частини.

Конструюючи інструменти з чередованими зубами, варьуючи глибиною, товщиною зубів, кутовим шагом, підбирають по можливості і однакові кути впадин для того, щоб при фрезеруванні канавок менше міняти кутові фрези. У розглянутих інструментів з чередуючимися зубами тільки калібруюча частина ступеня найбільшого діаметру має циліндричну стрічку та зворотну конусність.

За конструкцією розрізняють свердла: спіральні, з прямими канавками, перові, для глибоких отворів, для кільцевого свердлення, центрувальні та спеціальні комбіновані. До конструктивних елементів відносять: діаметр свердла D , кут ріжучої частини 2ϕ (кут при вершині); кут нахилу гвинтової канавки ω ; геометричні параметри ріжучої частини свердла, тобто відповідно передній і задній кути та кут різання, товщина серцевини (або діаметр серцевини) d ; товщина пера (зуба) b ; ширина стрічки f , зворотна конусність; форма ріжучої кромки та профіль канавки свердла; довжина робочої частини l_0 ; загальна довжина свердла L .

Діаметр свердла завжди треба брати трохи менше, ніж діаметр просвердлюваного їм отвору, бо діаметр отвору при свердлінні збільшується.

Діаметр свердла обирають за ГОСТ 888-84. Допуски на діаметр спіральних свердел в залежності від умов праці треба було б давати різними, але враховуючи, що остаточна обробка отвору виконується іншими інструментами (розвертки, раскатки) та що важко передбачити точне призначення свердла, допуски на діаметр приймають єдині. Діаметр направляючої частини спірального свердла з метою зменшення тертя о стінки отвору зменшується в

					6261м.01.МР.09.04.ПЗ	Арк.
						68
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

напрямку до хвостовика, тобто направляюча частина свердла має зворотну конусність.

Діаметр свердла, мм	1-6	Більше 6 до 18	Більше 18
Зворотна конус- ність в мм на 100 мм довжини	0,03-0,07	0,04-0,08	0,05-0,10

Приймаємо зворотну конусність 0,05 мм.

Кут нахилу гвинтової канавки ω приймаємо рівним 27° для свердел діаметром 6,5-8,4 мм. Кут при вершині 2ϕ дорівнює 118° для обробки сталі.

Діаметр серцевини у спіральних свердел є важливішим елементом. При недостатньому діаметрі серцевини свердло буде менш жорстким, а тому буде витримувати менші крутні моменти. Однак, при зменшенні серцевини значно скорочується осьова сила і полегшується процес свердлення, так як зменшується поперечна кромка.

Для свердел діаметром 10 мм та вище - у більш мілких свердел треба приймати інші кути; крім того, дані таблиці передбачають виготовлення свердел з швидко ріжучої, вуглецевої та легованої сталі, але не з твердого сплаву.

Для свердел з вуглецевої та швидко ріжучої сталі діаметром: від 6 до 10 мм діаметр серцевини приймаємо в межах $(0,2-0,25)D$; для свердел діаметром вище 10 мм - діаметр серцевини $(0,13-0,16) D$. У свердел з пластинками із твердого сплаву серцевина робиться відносно великою, так як таке свердло послаблюється при врізанні пластинки. Для свердел з пластинками із твердого сплаву діаметром до 10 мм серцевина дорівнює $(0,27-0,30) D$; для свердел з діаметром вище 10 мм вона дорівнює $(0,25-0,26) D$. У свердел, канавки котрих оброблюються на фрезерувальному верстаті, діаметр серцевини в напрямку до хвостовика збільшується на 1,4-1,8 мм на 100 мм довжини. Це забезпечує велику міцність та жорсткість свердла.

$$dc = 0,17 * D = 0,17 * 7 = 1,2 \text{ мм.}$$

Ширина стрічки $f = 0,7$ мм. Висота затилування $K = 0,2$ мм.

Крок гвинтових канавок:

					6261м.01.МР.09.04.ПЗ	Арк.
						69
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$H = \frac{\pi * D}{tg \omega} = \frac{3,14 * 7}{tg 27^{\circ}} = 43,14 \text{ мм.}$$

Ширина пера b обирається з умови міцності свердла, а ширина канавки – з умови достатнього простору для розміщення стружки і відводу її від ріжучої кромки під час роботи свердла. Звичайно ширину пера приймаємо рівною ширині канавки, при двох перших пір'ях рівних $\frac{1}{4}$ окружності свердла. Однак, для свердел з великим кутом ω ширину канавки треба трохи збільшити.

$$b = 0,62 * D = 0,62 * 7 = 4,34 \text{ мм.}$$

Форма ріжучої кромки та поперечного зрізу канавки свердла. Ріжуча кромка свердла – лінія, яка створена перетином передньої поверхні канавки свердла та задньої поверхні, - звичайно виконується прямолінійною. Однак, більшої незмінності переднього кута можна добитися при криволінійній (випуклій) ріжучій кромці.

На кресленнях вказується не форма поперечного зрізу канавки свердла, а профіль зуба канавочної фрези (у свердел з фрезерувальними канавками) або профіль прокат очної заготовки (у витих свердел). Профіль канавочної фрези (рис.4.1) можна визначити двома методами: графічно, коли профіль фрези будується за заданим профілем свердла, і аналітичним, при якому криві профілю розраховуються за аналітичними формулами. Всі елементи профілю канав очної фрези (радіуси R_o , R_u та ширина B , рис.3.1) можна визначити спрощеним аналітичним способом.

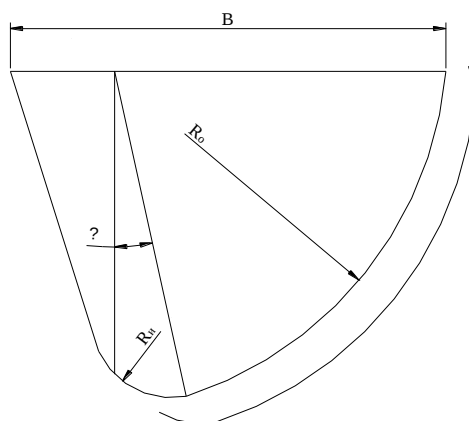


Рис.4.1. Профіль канавочної фрези

					6261М.01.МР.09.04.ПЗ	Арк.
						70
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Радіус профілю фрези для обробки свердла діаметром

$$R_o = C_R * C_r * C_\phi * D = 0,557 * 0,991 * 1 * 7 = 3,864 \text{ мм.}$$

де $C_R = \frac{0,026 * 2\phi * \sqrt[3]{2\phi}}{\omega} = \frac{0,026 * 118 * \sqrt[3]{118}}{27} = 0,557$.

Коефіцієнт, який враховує зміни діаметру перемички,

$$C_r = \left(\frac{0,14D}{dc} \right)^{0,044} = \left(\frac{0,14 * 7}{1,2} \right)^{0,044} = 0,991.$$

Коефіцієнт, який враховує вплив діаметру канавочної фрези,

$$C_\phi = \left(\frac{13 * \sqrt{D}}{D_\phi} \right)^{0,9} \quad \omega = 1;$$

де D_ϕ – діаметр канавочної фрези.

Радіус закруглення вершини фрези

$$R_k = C_k * D = 0,177 * 7 = 1,244 \text{ мм};$$

де $C_k = 0,015 * \omega^{0,75} = 0,015 * 27^{0,75} = 0,177$.

Ширина фрези

$$B = R_o + \frac{R_k}{\cos \phi_1}.$$

Так, як кут ϕ_1 звичайно малий (дорівнює 10°), можна приблизно прийняти:

$$B \approx R_o + R_k = 3,864 + 1,244 = 5,108 \text{ мм.}$$

Зенкер

Для поглиблення отвору приймаємо циліндричний зенкер $\varnothing 12$. Перехідник між свердлом та зенкером – канавка $\varnothing 5,5$ та довжиною 3 мм.

Хвостовик

Визначимо номер конуса хвостовика. Момент тертя між хвостовиком і втулкою дорівнює

$$M_{mp} = \frac{\mu * P(D_1 + d_2)}{4 \sin \Theta} (1 - 0,04 * \Delta \Theta).$$

Приймаємо момент тертя за величиною до максимального моменту сил опору різанню, тобто до моменту, який створюється при роботі затупленим свердлом, який збільшується до 3 разів порівняно з моментом, прийнятим для нормальної роботи свердла

					6261м.01.МР.09.04.ПЗ	Арк.
						71
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$d_{cp} = \frac{D_1 + d_2}{2};$$

або

$$d_{cp} = \frac{6 * M_{cp} * \sin \Theta}{\mu * P * (1 - 0,04 * \Delta \Theta)} = \frac{6 * 2,98 * \sin 1^{\circ} 26' 16''}{0,096 * 9104,95 * (1 - 0,04 * 5')} = 6,5 \text{ мм.}$$

де M_{cp} – момент сил опору різанню;

P – осьова сила;

μ – коефіцієнт тертя сталі по сталі, який дорівнює 0,096;

Θ – половина кута конуса, яка дорівнює $1^{\circ} 26' 16''$;

$\Delta \Theta$ – відхилення кута конуса, яке дорівнює $5'$.

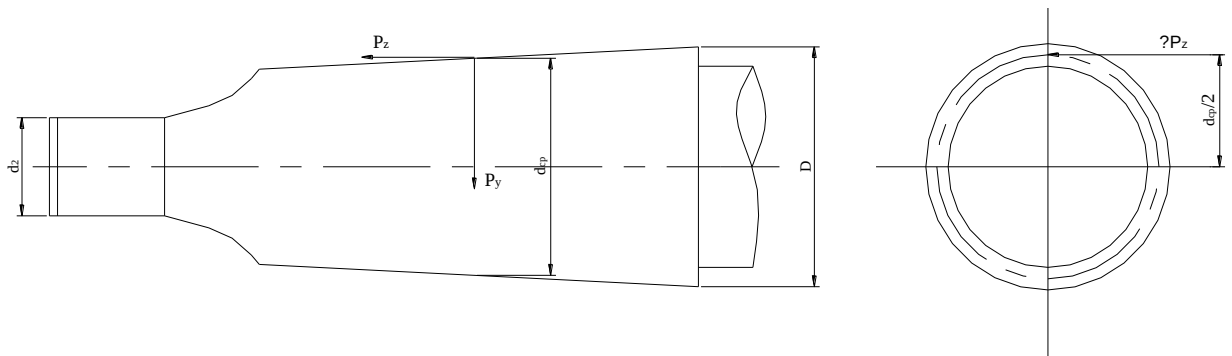


Рис.4.2. Схема сил, діючих на конічний хвостовик

З отриманих розрахунків видно, що для даного комбінованого інструменту підходить конус Морзе 0, але враховуючи, що обробка виконується на верстаті, який конус Морзе 4, щоб не втратити точність установки свердла-зенкера в шпиндель, приймаємо конічний хвостовик із конусом Морзе 2 та перехідником [13, 31, 34].

4.4. Проектування вимірювального інструменту

Обробка деталей різанням відіграє важливу роль в виробництві продукції, але при зняття стружки отримується розмір, який відрізняється від заданого. Також при обробці відбувається отримання не точної форми (непаралельність, бочкоподібність і та ін.). Тому номінальний розмір має допуск і на особливо точні поверхні також вказується допуск. Задачею на виробництві є не тільки отримання деталей, але й перевірка їх відповідності заданим вимогам.

					6261М.01.МР.09.04.ПЗ	Арк.
						72
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В даному розділі конструкторської частини дипломного проекту ми конструємо вимірювальне пристосування, котре полегшує і робить більш інтенсивною перевірку непаралельності напівлисок.

Принцип роботи пристосування

Еталон встановлюється в центрах. Індикаторні головки пересуваються по консолях та закріплені на потрібній відстані за допомогою фіксуючих гвинтів, що забезпечує швидкує переналагодження для вимірювання деталей з іншими габаритними розмірами.

Деталь встановлюється в центра, один з котрих закріплено, інший – за допомогою рукоятки можна відтиснути для зняття деталі. Індикатори важільно-зубчасті із нормальним розташуванням шкали встановлюються на площини підлягаючі вимірюванню, закріплюються на штативі за допомогою фіксуючих гвинтів і шкала встановлюється на „нуль”. Після контролер, пересуває штативи по круглим направляючим, отримує зміни розміру.

Розрахунок похибки вимірювального інструмента

Δ_1 – похибка циліндричності направляючих (0,005 мм)

Δ_2 - не перпендикулярність установки штативу (0,008 мм)

Δ_3 - похибка позиційності центрів по всій довжині деталі (0,025 мм)

Δ_4 – похибка биття направляючих (0,01 мм)

Проведемо розрахунок точності штатива із індикаторами, які вимірюють непаралельність напівлисок типу А

$$\Delta_a = \sqrt{2} * \Delta_1 + \frac{310}{645} * \Delta_3 + \frac{310}{645} * \Delta_4 = \sqrt{2} * 0,005 + \frac{310}{645} * 0,025 + \frac{310}{645} * 0,01 \\ = 0,024 \leq 0,025.$$

Проведемо розрахунок точності штатива із індикаторами, які вимірюють непаралельність напівлисок типу В

$$\Delta_b = \sqrt{2} * \Delta_1 + \Delta_2 + \frac{70}{645} * \Delta_3 = \\ = \sqrt{2} * 0,005 + 0,008 + \frac{70}{645} * 0,025 = 0,018 \leq 0,06.$$

					6261м.01.МР.09.04.ПЗ	Арк.
						73
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Із приведених розрахунків можна зробити висновок, що дане вимірювальне пристосування підходить для вимірювання встановлених відхилень на деталі. І тому використовується при контролі розмірів отриманих при обробці [21, 24,].

4.5. Опис схеми налагодження на свердлильну операцію з ЧПК

Операція виконується на вертикально-свердлильному верстаті з ЧПК моделі 2P135Ф2-1.

Обробка виконується послідовно двома інструментами (магазин верстата дозволяє використання інструментів).

Деталь встановлюється на верстаті в центра і затискається зверху двома затискачами, базування по зовнішньому діаметру з упором в торець, а також по пазу.

При обробці використовуються два інструмента – центроване свердло Ø5 та комбіноване свердло-зенкер Ø7, 12, що дозволяє більш швидко обробити отвори.

4.6. Опис схеми налагодження на фрезерувальну (чорнову) операцію

Обробка проводиться на горизонтально-фрезерному верстаті моделі 6М82Г. На хобот та направляючі станини кріпиться фрезерна головка. В шпинделі фрезерної головки встановлюються дві кінцеві фрези Ø30, розмір між якими встановлюється за еталоном.

На стіл верстату встановлюється пристосування для затискання та позиційності валів, в якому встановлюємо і затискаємо заготовку.

Чорнова обробка ведеться на заданих режимах різання одночасно двома фрезами, що зменшує час обробки деталі.

Перевірка на точність всієї системи – верстат, пристосування, інструмент, деталь – показала, що дана точність не перебільшує задану.

					6261м.01.МР.09.04.ПЗ	Арк.
						74
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. ПРОЕКТУВАННЯ ДІЛЬНИЦІ

5.1 Коротка характеристика ділянки

Дільниця механічного цеху, що проектується, створюється для виготовлення деталі «шток супорта» з річною програмою випуску $A=2000$ шт.; річна трудомісткість програми 29261 н.-год., з них 13352 н.-год. без довантаження обладнання по кооперації.

Тип виробництва – серійне виробництво, говорить про те, що на даній ділянці устаткування, що використовується, володіє універсальністю.

Режим роботи на дільниці – двозмінний.

Деталь виробляють зі сталі Ст20. Заготовка – поковка масою 24 кг, маса деталі – 13 кг. На дільниці використовується універсальні верстати (фрезерно-центрувальний МР-73М, токарно-гвинторізний 16К20, радіально-свердлильний 2А55 та інші), верстати з ЧПК (вертикально-свердлильний 2Р135Ф2-1) тощо.

Чисельність всього устаткування дільниці складає 8 верстатів (з них 1 з ЧПК). Завантаженість обладнання – 85%.

Також можна зробити висновок, що використовується універсальний та спеціальний інструмент, що збільшує продуктивність праці.

Партія запуску оптимальна $n=25$ шт., що дозволяє нам не зменшувати через заниження розміру партії рівень продуктивності праці та не збільшувати собівартість деталі, а також не збільшувати площі, зайняті цеховими між операційними складами заготовок та готових деталей.

На ділянці задіяно 25,86 працюючих, у тому числі :

- 16 основних робітників з середньою кваліфікацією 3,125;
- 6,1 допоміжних робітників з середньою кваліфікацією 2,69;
- 3,29 чол. спеціалістів;
- 0,18 чол. службовців
- 0,29 чол. молодшого обслуговуючого персоналу.

					6261м.01.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						76
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.2. Опис служб механічного цеху і дільниці, що проектується

Дільниця по обробці та складанню штоків супорта входить в склад механічного цеху.

В склад механічного цеху входять:

- виробничі дільниці, в тому числі і дільниця, що проектується;
- допоміжні відділення;
- службові приміщення;
- побутові приміщення.

Дільниця, що проектується, служить для розміщення виробничого обладнання і робочих місць необхідних для виконання технологічного процесу по виготовленню корпусу клапанів. На дільниці розташовані верстати, які відносяться до групи середніх верстатів, слюсарно-складальна дільниця для виконання слюсарно-складальних робіт, міста для зберігання заготовок і склад готових виробів.

Зважаючи на відносно малий розмір дільниці, виходячи з кількості одиниць обладнання і кількості робітників, визначено, що не доцільно вводити в склад дільниці такі допоміжні відділення, як заготівельне, заточувальне, ремонтне. Ці допоміжні відділення являються загально цеховими, обслуговують кілька дільниць і не знаходяться на території дільниці, що проектується.

В цеху знаходиться бюро технічного контролю, яке є частиною загальнозаводського відділу технічного контролю. На дільниці є місто для ВТК. Відділ технічного контролю перевіряє всі вимірювальні інструменти, прилади, пристосування, відповідність виготовлених деталей вимогам креслення.

5.3. Конструкція будівлі

Будівля представляє собою залізобетонну конструкцію, яка складається з залізобетонних колон, сполучених рам, балок, підкранових елементів, ферми.

Колони розташовані на відстані 6 метрів одна від одної. Висота будівлі 10,8 метрів, ширина прольоту дільниці, що проектується, 18 метрів. Для освітлення виробничої дільниці передбачені ліхтарі верхнього світла. Не

					6261м.01.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						77
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зважаючи на відносно високу вартість і складність конструкції, їх застосування виправдовується тим, що такі ліхтарі дають добру і рівномірну освітленість великих площ, в той час як бокове засклення не може забезпечити достатню освітленість таких великих площ. Крім того ліхтарі природного світла служать і для природної вентиляції. Ліхтарі розташовують вздовж прольоту цеха з верхнім заскленням та зовнішнім водовідводом.

5.4. Вихідні данні для проектування ділянки цеху по виробництву штока супорта

- | | | | |
|----|---------------------|---|--------------|
| 1. | Найменування деталі | – | Шток супорта |
| 2. | Марка матеріалу | – | сталь Ст 20 |
| 3. | Маса деталі | – | 13,0 кг |
| 4. | Маса заготовки | – | 24,0 кг |
| 5. | Річна програма | – | 2000 шт. |
| 6. | Режим роботи | – | 2 зміни |

Маршрутний технологічний процес обробки заготовки деталі
типу „Шток супорта”

Таблиця 5.1

№	Найменування операції	Найменування та модель обладнання	Розряд робіт	T _{шт} , хв.	T _{п.з} , хв.
1	2	3	4	5	6
010	Фрезерувально-центрувальна	Фрезерувально-центрувальний МР-73М	2	18,7	25,03
015	Токарна	Токарно-гвинторізний 16K20	4	32,32	40,06
020	Свердлильна	Радіально-свердлильний 2Н53	4	15,79	15,18
030	Свердлильна	Радіально-свердлильний 2Н53	4	14,76	15,16
035	Токарна	Токарно-гвинторізний 16K20	4	38,52	40,2
040	Фрезеруваль-на	Вертикально-фрезерувальний 6Н11	3	39,08	20,43
045	Фрезеруваль-на	Горизонтально-фрезерувальний 6М82	3	29,63	58,2
055	Свердлильна з ЧПК	Вертикально- свердлильний з ЧПК 2Р135Ф2-1	3	9,91	35,05
060	Свердлильна	Радіально-свердлильний 2Н53	4	14,47	20,03
065	Шліфувальна	Круглошліфувальний 3Б161	3	158,62	33,95
085	Токарна	Токарно-гвинторізний 16K20	4	15,6	25,02
Разом :				387,4	328,31

					6261м.01.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						78
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.5. Визначення і розрахунок партії запуску деталей

Для визначення вантажопідйомності транспортних засобів необхідно провести розрахунок партії деталей. Під розміром партії деталей розуміється кількість однакових деталей одночасно оброблюваних на кожній операції на одному або декількох робочих місцях з однократною витратою підготовчо-заключного часу. Розмір партії n_{opt} визначається по наступній формулі:

$$n_{opt} = \frac{\sum t_{nz}}{\alpha \sum t_{шт}}, \text{ шт}$$

де t_{nz} - норма підготовчо-заключного часу на партію, хв.;

$t_{шт}$ - норма штучного часу на одну деталь, хв.;

α - коефіцієнт допустимих втрат часу на наладку, хв. (0,03...0,07).

Для $\alpha = 0,03$ $n_{opt} = 328,31 / 0,03 * 387,4 = 28,25$, приймаємо $n_{opt} = 30$.

Для $\alpha = 0,04$ $n_{opt} = 328,31 / 0,04 * 387,4 = 21,29$, приймаємо $n_{opt} = 25$.

Для $\alpha = 0,05$ $n_{opt} = 328,31 / 0,05 * 387,4 = 16,95$, приймаємо $n_{opt} = 20$.

Для $\alpha = 0,06$ $n_{opt} = 328,31 / 0,06 * 387,4 = 14,13$, приймаємо $n_{opt} = 15$.

Для $\alpha = 0,07$ $n_{opt} = 328,31 / 0,07 * 387,4 = 12,11$, приймаємо $n_{opt} = 13$.

Розрахункові величини мінімальних розмірів партії корегуються з урахуванням наступних виробничих умов:

1) рекомендується, щоб розміри, що приймаються, партій забезпечували завантаження робочих місць протягом цілого числа змін:

- в непотоковому виробництві не менш одну зміну;
- в потоковому виробництві не менш дві зміни (в цілях забезпечення можливості переналагодження обладнання в неробочий час).

2) бажано щоб розміри партії деталей забезпечували таку єдину періодичність повторення їх запуску у виробництво (ритм запуску партії), яка кратна числу робочих днів в планованому періоді. Це дає можливість досягти планомірне чергування партії на кожному робочому місці і періодичність комплектування продукції. Для крупних деталей доцільно перевірити вибрані розміри партії з погляду наявності площі біля робочих місць.

3) отриманий розмір партії повинен бути кратним річній програмі випуску деталей.

					6261м.01.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						79
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З урахуванням всіх виробничих і технічних вимог, приймаємо

$$n_{\text{опт}}=25 \text{ дет.}$$

Кількість запусків в рік:

$$K_{\text{зг}} = \frac{A}{n_{\text{опт}}} ,$$

де A - річна програма, шт;

$n_{\text{опт}}$ - розмір партії детальний, шт.

$$K_{\text{з.г}}=2000/25=80 \text{ раз}$$

Розрахуємо змінне вироблення по формулі:

$$B_{\text{см}} = \frac{A}{D_p \cdot 2} ,$$

де A - річна програма, шт;

D_p – кількість робочих днів в році, $D_p=251$ днів.

$$B_{\text{см}}=2000/251*2= 4 \text{ шт.}$$

По умові якщо партія деталей менше змінного вироблення, то розмір партії деталей приймаємо рівним змінному виробленню, якщо більше, то приймаємо розрахункове.

5.6. Розрахунок штучно-калькуляційного часу виготовлення деталі

Штучно-калькуляційний час необхідно розрахувати для визначення потрібної кількості обладнання, чисельності основних працюючих на ділянці, в цеху, а так само для розрахунку заробітної платні основних робітників.

$$t_{\text{шт.к.}} = t_{\text{шт}} + \frac{t_{\text{пз}}}{n} ,$$

де $t_{\text{шт}}$ - норма штучного часу на операцію, хв.

$t_{\text{пз}}$ - норма підготовчо-заключного часу на операцію, хв.

n - розмір партії деталей, шт.

Розрахунок штучно-калькуляційного часу виготовлення деталі зводиться і табл.5.2.

					6261м.01.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						80
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок штучно-калькуляційного часу виготовлення деталі

Таблиця 5.2

Найменування операції	Штучний час, хв	Підготовчо-заклучний час, хв	Розмір партії, шт.	Штучно-калькуляційний час	
				хвилини	години
1	2	3	4	5	6
Фрезерувально-центрувальна	18,7	25,03	25	19,7	0,328
Токарна	32,32	40,06		33,92	0,565
Свердлильна	15,79	15,18		16,4	0,273
Свердлильна	14,76	15,16		15,37	0,256
Токарна	38,52	40,2		40,13	0,669
Фрезерувальна	39,08	20,43		39,9	0,665
Фрезерувальна	29,63	58,2		31,96	0,533
Свердлильна з ЧПК	9,91	35,05		11,31	0,189
Свердлильна	14,47	20,03		15,27	0,255
Шліфувальна	158,62	33,95		159,98	2,666
Токарна	15,6	25,02		16,6	0,277
РАЗОМ	387,4	328,31		400,54	6,676

5.7. Визначення фонду часу роботи обладнання

Режим роботи ділянки характеризується наступними чинниками:

1. переривчастим або безперервним виробництвом;
2. числом робочих днів;
3. тривалістю робочої зміни;
4. числом святкових і вихідних днів;
5. числом змін в доби.

Розрізняють наступні види фондів часу роботи обладнання:

- календарний;
- номінальний;
- ефективний (дійсний).

5.7.1. Календарний фонд часу роботи обладнання

Календарний фонд часу визначається по наступній формулі:

$$\Phi_k = D_k \cdot 24 = 365 \cdot 24 = 8760 \text{ год.}$$

де D_k - кількість календарних днів в році.

5.7.2. Номінальний фонд часу роботи обладнання

Номінальний фонд часу роботи обладнання - це кількість робочих днів в році відповідно до прийнятого режиму роботи без урахування планованих втрат часу на ремонт обладнання.

Номінальний фонд часу визначається по наступній формулі:

$$\Phi_n = \left(D_p \times T_{см} - 1ч. \times D_{предпр} \right) \times S,$$

де D_p - число робочих днів в році, $D_p = 251$;

$T_{см}$ - тривалість зміни, $T_{см} = 8$ год.;

S - кількість змін (змінність), $S = 2$;

$D_{предпр}$ - кількість передсвяткових днів скорочених на одну годину

$D_{предпр} = 4$ днів.

$$\Phi_n = 251 \cdot 8 \cdot 2 - 1 \cdot 4 = 4012 \text{ год.}$$

5.7.3. Ефективний фонд часу роботи обладнання

При розрахунку ефективного фонду часу плануються втрати часу на планово-запобіжний ремонт обладнання:

$$\Phi_{эф} = \Phi_n \times (1 - \beta),$$

де Φ_n - номінальний фонд часу роботи обладнання, год.;

β - коефіцієнт, що ураховує простій обладнання в планово-запобіжному ремонті.. Для металорізальних верстатів з масою

до 10 т. $\beta = 0,019$;

більше 10 т $\beta = 0,038$

для верстатів з ЧПК масою

до 10 т. $\beta = 0,047$;

більше 10 т. $\beta = 0,066$.

					6261м.01.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						82
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для універсальних верстатів - $\Phi_{\text{еф}}=4012*(1-0,019)=3936$ н.-год.
 Для верстатів з ЧПК - $\Phi_{\text{еф}}=4012*(1-0,047)=3823$ н.-год.

5.8. Розрахунок потрібної кількості обладнання та його завантаження
 Необхідна кількість обладнання на ділянці розраховується за формулою:

$$C_p = \frac{TH_i}{\Phi_{\text{эф}} \times K_{\text{вн}}},$$

де $\Phi_{\text{еф}}$ - ефективний річний фонд часу роботи одиниці обладнання,
 верст.-год.;

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

TH_i - річна трудомісткість виготовлення виробів на i -м типі
 обладнання, н.-год.

$$TH_i = t_{\text{шт.к}} \times A,$$

де $T_{\text{шт.к}}$ - штучно-калькуляційний час обробки однієї деталі на i -м типі
 обладнання, н.-год;

A - річний об'єм випуску виробів, шт.

Коефіцієнт завантаження обладнання по ділянці визначається по
 формулі:

$$K_z = C_p / C_{\text{пр}},$$

де C_p - розрахункова кількість обладнання на ділянці, шт.;

$C_{\text{пр}}$ - прийнята кількість обладнання на ділянці, шт.

Середній коефіцієнт завантаження обладнання по ділянці визначається
 по формулі:

$$K_{\text{з.ср.}} = \frac{\sum TH_i}{SP \times K_{\text{вн.ср.}} \times \Phi_{\text{эф}}},$$

де SP - загальна прийнята кількість одиниць обладнання для обробки
 річної кількості виробів.

Наприклад, розрахуємо потрібну кількість обладнання на чорнову
 токарну операцію:

					6261м.01.МР.09.05.ПЗ	Арк.
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

річна працемісткість виготовлення виробу –

$$T_{Hi} = 0,328 \cdot 2000 = 656 \text{ н.год.}$$

тоді, необхідна кількість обладнання на ділянці буде

$$C_p = 656 / (3936 \cdot 1,1) = 0,15 \text{ шт.}$$

приймаємо $C_{пр} = 1$ шт.

Коефіцієнт завантаження обладнання на ділянці наступний

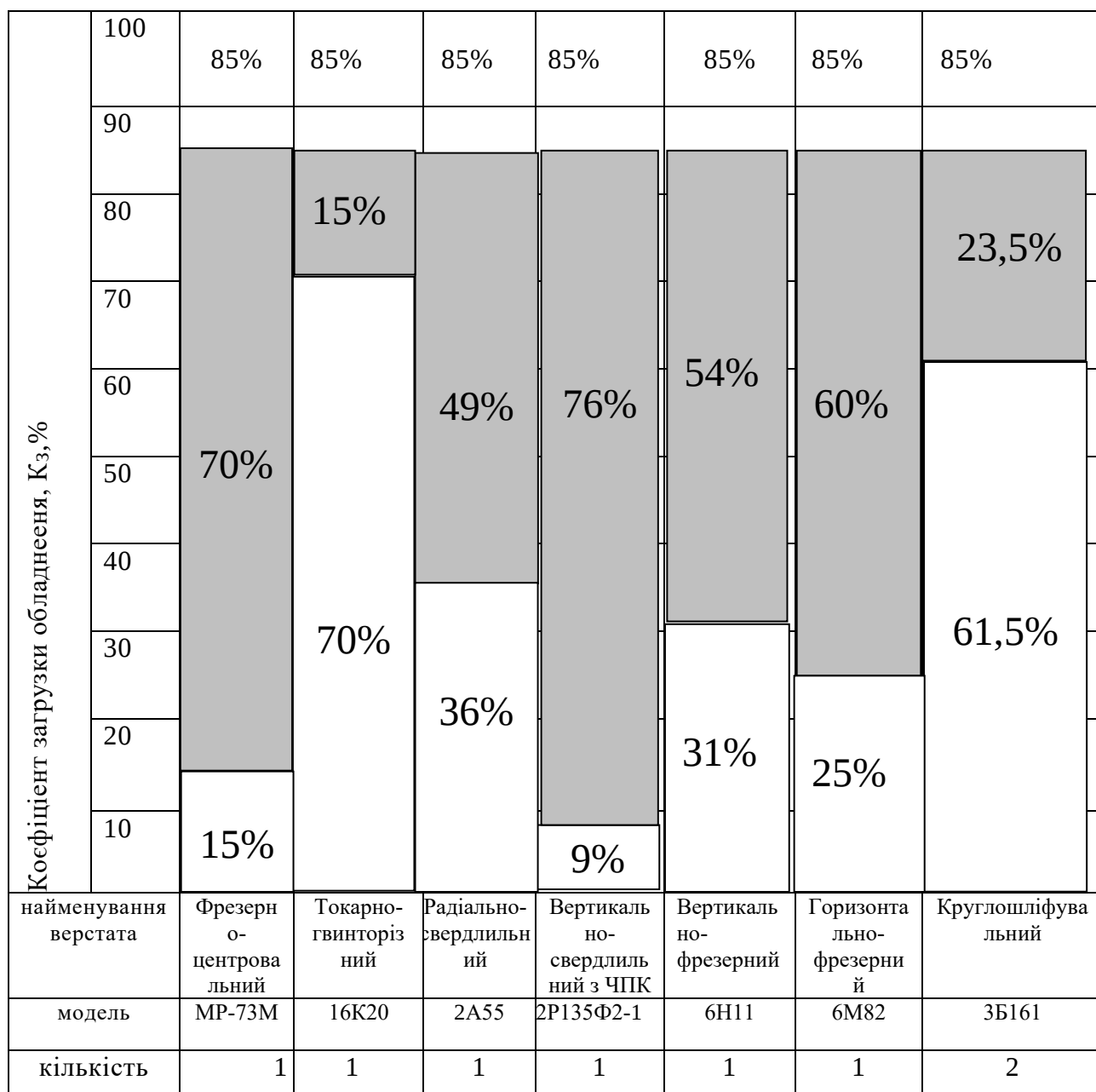
$$K_z = 0,15 / 1 = 0,15.$$

Розрахунок потрібної кількості обладнання та коефіцієнтів завантаження обладнання по типах виконуємо та заносимо до табл.5.3.

5.9. Складання графіка завантаження обладнання

На підставі проведених розрахунків будуємо графік завантаження обладнання, в якому на осі абсцис указуємо найменування і модель обладнання, а на осі ординат відкладаємо коефіцієнт завантаження обладнання з урахуванням довантаження.

					6261м.01.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						84
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



- без довантаження



- з довантаженням супутньої продукції

Рис.5.1.Графік завантаження обладнання

Розрахунок необхідної кількості обладнання та його завантаження

Таблиця 5.3

Обладнання		найменування	Фрезерувально-центрувальний	Токарно-гвинто-різний	Радіально-свердильний	Вертикально-свердильний з ЧПК
		модель	MP-73M	16K20	2A55	2P135Ф2-1
Річний обсяг випуску деталей, шт.			2000			
Штучно-калькуляційний час на деталь, Т _{шт-к} , год.		0,328	1,511	0,784	0,189	
Річна працевісткість ТН, н.-год.		656	3022	1568	378	
Довантаження по кооперації, н.-год		3035	669	2123	3045	
Річний обсяг робіт ТН _i , год.		3691	3691	3691	3423	
Коефіцієнт виконання норм Кв		1,1	1,1	1,1	1,05	
Ефективний фонд часу роботи обладнання Фе, верст.-год.		3948	3948	3948	3843	
Кількість верстатів		розрахункова	0,7	0,36	0,09	
		прийнята	1	1	1	
Коефіцієнт завантаження обладнання		0,85	0,85	0,85	0,85	
Середній коефіцієнт завантаження		0,85				

Обладнання		Річний обсяг випуску деталей, шт.	Штучно-калькуляційний час на деталь, Т _{шт-к} , год.	Річна працємісткість ТН, н.-год.	Довантаження по кооперації, н.-год	Річний обсяг робіт ТН _i , год.	Коефіцієнт виконання норм Кв	Ефективний фонд часу роботи обладнання Ф _е , верст.-год.	Кількість верстатів		Коефіцієнт завантаження обладнання	Середній коефіцієнт завантаження
найменування	модель								розрахункова	прийнята		
Вертикально-фрезерувальний	6Н11	2000	0,665	1330	2361	3691	1,1	3948	0,31	1	0,85	0,8225
Горизонтально-фрезерувальний	6М82		0,533	1066	2625	3691	1,1	3948	0,25	1	0,85	
Кругло-шлі-фувальний	3Б161		2,666	5332	2051	7383	1,1	3948	1,23	2	0,85	
Разом			6,676	13352	10082	29261				8		

5.10. Складання кошторису обладнання ділянки

Для розрахунку вартості основного обладнання складаємо кошторис витрат на основне обладнання ділянки (табл.5.4)

Кошторис витрат на основне технологічне обладнання ділянки

Таблиця 5.4

Обладнання		Кількість, шт.	Маса верстата, кг	Ремонтна складність, од.		Потужність, кВт		Вартість, грн.		Витрати на транспортування та монтаж (9%),грн.	Загальна вартість обладнання, грн.
найменування	модель			механічна	електрична	одинці	загальна	одинці	загальна		
Фрезерувально-центрувальний	MP-73M	1	3800	19	7	9,7	9,7	33600	33600	3024	36624
Токарно-гвинто-різний	16K20	1	3700	12	9	10	10	90000	90000	8100	98100
Радіально-свердильний	2A55	1	4700	22	9	4	4	36000	36000	3240	39240
Вертикально-свердильний з ЧПК	2P135Ф2-1	1	4700	23	26	4	4	480000	480000	43200	523200

Обладнання		Кількість, шт.	Маса верстата, кг	Ремонтна складність, од.		Потужність, кВт		Вартість, грн.		Витрати на транспортування та монтаж (9%), грн.	Загальна вартість обладнання, грн.
найменування	модель			механічна	електрична	одинці	загальна	одинці	загальна		
Вертикально-фрезерувальний	6Н11	1	2700	8	5	5,5	5,5	30000	30000	2700	32700
Горизонтально-фрезерувальний	6М82	1	2400	17	16	9	9	39200	39200	3528	42728
Кругло-шліфувальний	ЗБ161	2	9500/ 19000	27/54	10/20	7,5	15	61000	122000	10980	132980
Разом		8	41000				57,2		830800	36972	905572

5.11. Організація виробництва на ділянці

Для збереження заготівки на складі використовуються поличні стелажі з гніздами. Стелажі розташовуємо вздовж складу для більш ефективного використання площі складу.

При виборі транспортних засобів необхідно враховувати: відповідність типів транспортних засобів переміщуваним вантажем, необхідну продуктивність транспортних засобів, можливо менша кількість обслуговуючого персоналу. Виходячи з вимог, раніше зазначених, як засоби

					6261м.01.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						89
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

горизонтального переміщення застосовується ручний візок з піднімаючою платформою.

Як кранове обладнання вибираємо кран-балку з напольним керуванням, яка забезпечує обслуговування всієї площі ділянки.

5.12. Розрахунок основних та допоміжних площ ділянки за питомими нормативами

Виробничою називається площа відділень і ділянок безпосередньо призначених для здійснення технологічного процесу. В її склад включаються площі, займані:

1. виробничим обладнанням (верстатами, машинами);
2. наземним транспортним обладнанням (конвейєрами, склизам);
3. робочими місцями ручної праці (верстаками, стендами, розмічальними плитами і т.п.):
4. робочими шафами для інструменту, контейнерами для заготовок і оброблюваних деталей, зібраних вузлів і виробів біля робочих місць;
5. робочими місцями для технічного контролю (операційного, між операційного) деталей, вузлів і готових виробів (окрім площі вигороджених приміщень ОТК);
6. стендами для випробування деталей, вузлів і готових виробів, майданчиками для усунення дефектів і здачі готових виробів (продукції);
7. проходами і проїздами між верстатами і рядами верстатів усередині виробничих від розподілів і ділянок (окрім магістральних проїздів).

Виробничу площу цеху визначають заздалегідь за питомими площами для кожної групи обладнання.

Розрахунок виконується за формулою:

$$FП = \sum_{i=1}^n SП_i * q_i, м^2$$

де $SП_i$ – кількість верстатів i -тої групи обладнання;

					6261м.01.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						90
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

q_i – середня питома площа для розміщення одного верстата i -ї групи, m^2 .

$$FП = 8 * 40 = 320 \text{ м}^2.$$

Допоміжна площа – територія зайнята складом штучних заготовок та готової продукції, заготівельними, контрольними відділеннями.

Площа контрольного відділення:

$$F_{\text{контр}} = 0,05 * FП = 0,05 * 320 = 16 \text{ м}^2$$

Площа побутових приміщень приймається в розмірі 20% від виробничих площ і складає

$$F_{\text{побут}} = 320 * 0,2 = 64 \text{ м}^2$$

Площа складу матеріалів і заготовок:

$$F_{\text{скл}} = \frac{N * G * t_{\text{ср}}}{\Phi * q_{\text{ср}} * K_{\text{в}} * K_{\text{м}}}$$

де N – річний об'єм випуску виробів, шт.;

G – маса заготовки, т;

$t_{\text{ср}}$ – норми запасу матеріалів і заготовок на складі, у календарних днях;

$q_{\text{ср}}$ – середня вантажонапруженість площі складу, т/ m^2 ;

Φ – число календарних днів в році;

$K_{\text{в}}$ – коефіцієнт використання площі складу в залежності від виду транспорту;

$K_{\text{м}}$ – коефіцієнт використання матеріалу.

$$F_{\text{скл}} = \frac{2000 * 9,96 * 10^{-3} * 5}{251 * 2,8 * 0,2} = 0,7 \text{ м}^2$$

Площа складу готових деталей дорівнює :

$$F_{\text{сгд}} = \frac{2000 * 6,08 * 10^{-3} * 5}{251 * 2,8 * 0,2} = 0,4 \text{ м}^2$$

Загальна площа ділянки:

$$F_{\text{заг}} = 320 + 16 + 64 + 0,7 + 0,4 = 401,1 \text{ м}^2.$$

Загальна площа ділянки уточнюється на основі планування обладнання магістральних проїздів і проходів і приймається рівною 410 m^2 ., у тому числі виробнича площа 340 m^2 .

					6261М.01.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						91
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.13. Розрахунок висоти цеху

Висоту прольоту визначаємо, виходячи з розмірів виготовлених виробів, габаритних розмірів обладнання (по висоті), розмірів і конструкції крана, а також нормативів безпеки.

Висота Н дорівнює:

$$H = k + z + l + f + a + h,$$

де k – висота найбільш високого верстата, м;

z – проміжок між контейнером з деталями піднятим у крайнє положення і верхньою крапкою найбільш високого верстата;

l – висота контейнера;

f – відстань від верхньої крапки контейнера до центра гака крану;

a – резерв 300-500мм при верхньому положенні гака;

$$h = A + m;$$

де A - габаритна висота крана, приймають за ГОСТ 7890 - 67,

m - відстань між верхньою точкою крана и нижньою точкою перекриття > 300 мм.

$$H = 3500 + 1000 + 800 + 900 + 500 + 2400 = 9100 \text{ мм}$$

Приймаємо $H = 10,8$ м. Крок основних колон 12 м, ширина прольоту 18 м.

5.14. Розрахунок чисельності працюючих на ділянці

Загальна кількість працюючих на ділянці визначається як сума чисельності по кожній категорії працюючих:

$$K_{\text{общ}} = K_p + K_v + K_{\text{упр}} + K_{\text{сл}} + K_{\text{мон}}$$

5.14.1. Розрахунок чисельності основних виробничих робітників

Кількість основних виробничих робітників i -ої професії визначається по наступній формулі:

$$K_{pi} = \frac{TH_i}{\Phi B \times K_{\text{вн}} \times KM},$$

де TH_i - річна трудомісткість i -го виду робіт, н.-год.;

ΦB - ефективна річна фонд часу роботи робочого, $\Phi B = 1820$ год.;

					6261м.01.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						92
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

K_{BH} - коефіцієнт виконання норм часу робітників і-и професії;

K_M - коефіцієнт багатостатності.

Результати визначення кількості основних робітників зводимо в табл.5.5.

Розрахунок кількості основних робітників

Таблиця 5.5

Найменування операції	Розряд	Працевмісткість робіт, н.-год	Ефективний фонд часу робітника, год.	Коефіцієнт		Чисельність робітників, чіл.	
				Виконання норм K_{BH}	Багатостатності K_M	По розрахунку K_p	Прийняте $K_{пр}$
1	2	3	4	5	6	7	8
Фрезерно-центровальна		3691	1820	1,05	1	1,9	2
Токарна		3691		1,05	1	1,9	2
Свердлильна		3691		1,1	1	1,82	2
Радіально-свердлильна з ЧПК		3423		1,05	1	1,77	2
Фрезерна		3691		1,1	1	1,82	2
Фрезерна		3691		1,1	1	1,82	2
Шліфовальна		7383		1,1	1	3,65	4
РАЗОМ		29261				14,68	16

5.14.2. Розрахунок чисельності допоміжних робітників

Кількість допоміжних робітників можна визначити:

- по кількості робочих місць, за якими ці робітники закріплені (кранівники, стропальники):
- по нормах обслуговування (налагоджує верстатів, контролери і та ін.)
- у відсотковому відношенні від кількості основних виробничих робітників.

					6261м.01.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						93
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок кількості допоміжних робітників

Таблиця 5.6

Професія	Число обслуговуваних агрегатів, шт	Норма обслуговування	Кількість допоміжних робітників, чол	Розряд работ	Режим роботи	Необхідна кількість робітників чол.
1	2	3	4	5	6	7
1. Наладники устаткування						
- токарного	1	1 на 8 верстатів	0,13	5	2-х змінний	0,26
- свердлильного	2	1 на 8 верстатів	0,25	5		0,5
- фрезерного	3	1 на 10 верстатів	0,3	5		0,6
- шліфувального	2	1 на 10 верстатів	0,2	5		0,4
Електромонтер	92	1050 р.о.	0,09	3		0,18
Слюсар по ремонту обладнання	155	660 р.о.	0,23	3		0,46
Контролер	8	1 на 40 чоловік	0,2	5		0,4
Мастильник	8	1 на 200 чоловік	0,04	2		0,08
Комплектувальник	8	1 на 50 чоловік	0,16	2		0,32
Комірник	8	1 на 50 чоловік	0,16	2		0,32
Прибиральник виробничих приміщень	340	1 на 300м ²	1,13	1		2,26
Транспортний робітник	8	1 на 50 чоловік	0,16	3		0,32
РАЗОМ						6,1

					6261м.01.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						94
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.14.3. Визначення необхідної кількості спеціалістів, службовців та молодшого обслуговуючого персоналу

Чисельність ІТР і службовців визначається відповідно до структури, що склалася, кадрів на провідних підприємствах галузі і по функціях управління. Чисельність молодшого обслуговуючого персоналу знаходиться по нормах обслуговування.

Розрахунок чисельності спеціалістів, службовців і молодшого обслуговуючого персоналу

Таблиця 5.7

Професія	Норма обслуговування	Кількість обслуговуваних чоловік	Кількість за розрахунком	Оклад, грн.
1	2	3	4	5
<i>1. Спеціалісти:</i>				
Майстер	1 на 25 чол (1 на зміну)	22,1	2	4900
Інженер-технолог	60	16	0,27	4700
Інженер-нормувальник	70	16	0,23	4200
Інженер-планувальник	60	16	0,27	4200
Економіст	60	22,1	0,37	4000
Бухгалтер	150	22,1	0,15	4000
РАЗОМ			3,29	
<i>2. Службовці:</i>				
Табельник	200	22,1	0,11	2500
Нарядник	300	22,1	0,07	2500
РАЗОМ			0,18	
<i>3. Молодий обслуговуючий персонал</i>				
Прибиральник побутових приміщень	240	70	0,29	1750
РАЗОМ			0,29	
ВСЬОГО			3,76	

5.15. Зведена відомість працюючих на ділянці

Кількість і структура працюючих на ділянці по виготовленню деталі зводимо в табл.5.8.

					6261м.01.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						95
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зведена відомість працюючих на ділянці

Таблиця 5.8

п/п	Категорії працюючих	Кількість працюючих, чіл	Структура %
1	2	3	4
1	Основні робітники	16	61,61
2	Допоміжні робітники	6,1	23,49
3	Спеціалісти	3,29	12,09
4	Службовці	0,18	1,69
5	Молодший обслуговуючий персонал	0,29	1,12
	РАЗОМ	25,86	100

Визначимо середній розряд працюючих на ділянці по формулі :

$$P_{cp.p} = \frac{\sum K_p * P_p}{\sum K_p};$$

де K_p – число робітників даного розряду;

P_p – тарифний розряд робітників.

Середній розряд основних робітників :

$$P_{cp.p} = \frac{4 * 4 + 10 * 3 + 2 * 2}{16} = 3,125$$

Середній розряд допоміжних робітників :

$$P_{cp.p} = \frac{1 * 2,26 + 2 * 0,72 + 3 * 0,96 + 5 * 2,16}{6,1} = \frac{16,42}{6,1} = 2,69$$

5.16. Визначення вартості капітальних вкладень ділянки

Дані про капітальні вкладення ділянки зводимо до табл.5.9.

					6261м.01.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						96
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначення величини капітальних вкладень

Таблиця 5.9

Групи основних виробничих фондів	Вартість ОПФ, грн	Структура ОПФ %	Примітки
1	2	3	4
1. Будівлі і споруди:			
Будівлі виробничі	408000	10,26	1200 грн. за 1 м ²
Побутові приміщення	56000	2,72	800 грн. за 1 м ²
Силові машини і енергетичне обладнання	57200	2,22	1000 грн. за 1 кВт
РАЗОМ :	521200	15,2	
2. Транспорт, ЕОМ, прилади:			
Транспортні засоби і передавальні пристрої	135835,8	10,88	15% від загальної вартості обладнання
Інвентар	8000	0,22	500 грн. на одного основного робітника
РАЗОМ	143835,8	11,09	
3. Інші:			
Робочі машини і обладнання	905572	72,45	Загальна вартість обладнання
Інструмент, пристосування	13583,58	1,09	1,5% від загальної вартості обладнання
Вимірювальні прилади	5600	0,17	700 грн. на один верстат
РАЗОМ	924755,58	73,71	
РАЗОМ КАПІТАЛЬНИХ ВИТРАТ	1460341,3	100	

					6261м.01.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						97
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6.1. Склад і методика розрахунку річного фонду заробітної плати працівників дільниці

Фонд заробітної плати на дільниці складається з:

- а) фонду основної заробітної плати працюючих;
- б) фонду додаткової заробітної плати працюючих.

До основної заробітної плати відносяться витрати на виплату основної заробітної плати, нарахованої відповідно до прийнятих систем оплати праці у вигляді тарифних ставок, окладів і відрядних розцінок, а також планового обсягу відповідних видів продукції.

Річний фонд основної заробітної плати основних робочих визначається за формулами:

- для робочих відрядників:

$$ЗП_{осн.відр} = \sum_{i=1}^m C_{ч_i} \cdot T_n$$

або

$$ЗП_{осн.відр} = \sum_{i=1}^m P_i \cdot A_i$$

де m – номенклатура деталей;

$C_{ч_i}$ – годинна тарифна ставка робочих, грн.;

T_n – трудомісткість річної програми i -го виробу, н-год;

P_i – відрядна розцінка за обробку i -ї деталі, грн./шт.;

A_i – річна програма i -го виробу, шт.

- для робочих погодинних:

$$ЗП_{осн.пог.} = C_{ч_i} \cdot K_p \cdot \Phi_{ef.}$$

де K_p – кількість робочих погодинників, осіб;

$\Phi_{ef.}$ – ефективний річний фонд часу одного робітника, год..

					6261м.01.МР.09.06.ПЗ	Арк.
						99
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Річний фонд основної заробітної плати допоміжних робочих розраховується аналогічно $ЗП_{\text{осн.пог.}}$.

$$ЗП_{\text{осн.доп.}} = C\varphi_i \cdot K_p \cdot \Phi_{\text{еф.}}$$

Основний фонд заробітної плати спеціалістів, лічильно-контторського і молодшого обслуговуючого персоналу визначається на основі штатного розкладу цеху і діючих систем посадових окладів.

До додаткової заробітної плати відносяться витрати на виплату виробничому персоналу цеху додаткової заробітної плати, нарахованої за роботу понад установлену норму, за трудові успіхи і винахідливість, особливі умови праці. Вона включає також доплати, надбавки, гарантійні і компенсаційні виплати, передбачені законодавством. Сума додаткової заробітної плати визначається множенням суми основної заробітної плати на середні норми додаткової заробітної плати.

Розрахунок заробітної платні представлений в табл.6.1, 6.2, 6.3.

6.2. Визначення фонду заробітної платні основних робітників

Основна заробітна платня виробничих робітників розраховується по формулі:

$$З_{\text{осн.сд}} = C\varphi_i \cdot T_i$$

Розрахуємо, наприклад, основну заробітну платню фрезерувальника 2-го розряду:

-на одиницю продукції:

$$ЗП = 0,328 \cdot 15,518 = 5,09 \text{ грн.};$$

- на програму з урахуванням супутньої продукції :

$$ЗП = 3691 \cdot 15,518 = 57276,94 \text{ грн.}$$

Розрахунок основної заробітної платні інших виробничих робітників аналогічний і зводиться в табл.6.1.

					6261м.01.МР.09.06.ПЗ	Арк.
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		100

Розрахунок основної заробітної платні виробничих робітників

Таблиця 6.1

Найменування операції	Розряд роботи	Основна заробітна платня на одиницю продукції			На програму з урахуванням супутньої продукції		
		Норма часу, н.-год.	Годинна тарифна ставка, грн.	Сума, грн.	Праце-місткість річної програми, н.-год.	Годинна тарифна ставка, грн.	Сума, грн.
1	2	3	4	5	6	7	8
Фрезерувально-центрувальна	2	0,328	15,518	5,09	3691	15,518	57276,94
Токарна	4	1,511	22,727	34,34	3691	22,727	83885,36
Свердлильна	4	0,784	22,727	17,82	3691	22,727	83885,36
Свердлильна з ЧПК	3	0,189	18,986	3,59	3423	18,986	94989,08
Фрезерувальна	3	0,665	18,986	12,63	3691	18,986	70077,33
Фрезерувальна	3	0,533	18,986	10,12	3691	18,986	70077,33
Шліфувальна	3	2,666	18,986	50,62	7383	18,986	140173,63
РАЗОМ		6,676		34,21	29261		600365,03

6.3. Визначення фонду заробітної платні допоміжних робітників

Основна заробітна платня допоміжних робітників розраховується по формулі:

$$Зосн.повр. = С_{\text{чі}} * K_p * \Phi_{\text{еф}}$$

Розрахуємо, наприклад, основний фонд заробітної платні наладника токарних верстатів 5-го розряду:

$$ЗП = 21,464 * 0,26 * 1820 = 10156,76 \text{ грн.}$$

Розрахунок основного фонду заробітної платні інших допоміжних робітників аналогічний і зводиться до табл.6.2.

					6261м.01.МР.09.06.ПЗ	Арк.
						101
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок основного фонду заробітної платні допоміжних робітників

Таблиця 6.2

Професія	Розряд.	Кількість, чол	Годинна тарифна ставка, грн.	Ефективна річна фонд часу, год.	Основна заробітна плата одного робітника, грн.
1	2	3	4	5	6
1.Наладники устаткування					
токарного	5	0,26	21,464	1820	10156,76
свердлильного	5	0,5	21,464		19532,24
фрезерного	5	0,6	21,464		23438,69
шліфувального	5	0,4	21,464		15625,8
Електромонтер	3	0,18	17,045		5583,94
Слюсар по ремонту обладнання	3	0,46	17,045		14270,07
Контролер	5	0,4	21,464		15625,8
Мастильник	2	0,08	13,889		2022,24
Комплектувальник	3	0,32	17,045		9927,01
Кладовник	2	0,32	13,889		8088,95
Прибиральник виробничих приміщень	1	2,26	12,626		51933,26
Транспортний робітник	3	0,32	17,045		9927,01
РАЗОМ		6,1			186131,77

6.4. Визначення фонду заробітної платні службовців, спеціалістів і молодшого обслуговуючого персоналу

Заробітна плата розраховується, на основі штатного розкладу цеху і діючої системи посадових окладів. Розрахунок зводиться в табл..6.3.

Річний фонд заробітної плати спеціалістів, службовців і молодшого обслуговуючого персоналу:

$$Z_{осн.сп.} = K_{сп.і} \cdot O_{мі} \cdot M ,$$

де $K_{сп.і}$ – кількість службовців і-ї групи;

$O_{мі}$ – місячний оклад, грн.;

		M – число місяців роботи за рік.			Арк.
					Арк.
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	102
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	103

6261M.01.MP.09.06.H3
6261M.01.MP.09.06.H3

Розрахунок проводиться за допомогою табл.6.3.

Розрахунок основного фонду заробітної платні спеціалістів, службовців і молодшого обслуговуючого персоналу

Таблиця 6.3

№	Категорія працюючих, найменування посади	Кількість штатних одиниць	Посадовий оклад, грн.	Кількість місяців роботи	Величина основного фонду заробітної платні, грн..
1	2	3	4	5	6
1	Спеціалісти:				
11	Майстер	2	4900	11	107800
12	Інженер-технолог	0,27	4700	11	13959
13	Інженер-нормувальник	0,23	4200	11	10626
14	Інженер-планувальник	0,27	4200	11	12474
15	Економіст	0,37	4000	11	16280
	Бухгалтер	0,15	4000	11	6600
	РАЗОМ	3,29			167739
2	Службовці:				
21	Табельник	0,11	2500	11,2	3080
22	Нарядник	0,07	2500	11,2	1960
	РАЗОМ	0,18			5040
3	Молодший обслуговуючий персонал:				
31	Прибиральник побутових приміщень	0,29	1750	11,2	5684
	РАЗОМ	0,29			5684
	ВСЬОГО	3,76			178463

6.5. Визначення середньорічної і середньомісячної заробітної плати працюючих на ділянці

При розрахунку додаткової заробітної плати застосовується формула:

$$З_{\text{доп}} = \frac{З_{\text{осн}} \cdot Н_{\text{ді}}}{100},$$

де $Н_{\text{д}}$ – норма нарахування додаткової заробітної плати, %.

Середньорічна заробітна плата одного працюючого:

					6261м.01.МР.09.06.ПЗ	Арк.
						104
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$ЗП_{сери} = \frac{ЗП_{оснi} + ЗП_{допi}}{K_i}$$

де K_i – кількість працюючих i -ї групи.

Середньомісячна заробітна плата одного працюючого:

$$З_{ср.м.i} = \frac{З_{ср.i}}{12},$$

Разом по графах середньорічна і середньоарифметична заробітна плата підводиться як середнє арифметичне від даних значень у колонках.

Розрахунок середньорічної і середньомісячної заробітної плати працюючих дільниці приведений у табл.6.4.

Зведена відомість річного фонду заробітної плати дільниці

Таблиця 6.4

Категорія працюючих	Чисельність	Річний фонд заробітної плати			Усього, грн.	Середньорічна зарплата одного працюючого, грн.	Середньомісячна зарплата одного працюючого, грн.
		Основна заробітна плата, з урахуванням довантаження	Додаткова				
			%	грн.			
1	2	3	4	5	6	7	8
Виробничі	16	600365,03	35	210127,76	810492,79	50655,8	4221,32
Допоміжні	6,1	186131,77	25	46532,94	232664,71	38141,76	3178,48
Спеціалісти	3,29	167739	30	50321,7	218060,7	66279,85	5523,32
Службовці	0,18	5040	20	1008	6048	33600	2800
Молодший обслуговую- чий персонал	0,29	5684	18	1023,12	6707,12	23128	1927,33
Разом:	25,86	797459,8		309013,52	1106473,3	42787,06	3565,59

6.6. Розрахунок витрат на утримання й експлуатацію устаткування

Розрахунок витрат на утримання і експлуатацію устаткування наведено в табл.6.5.

Для включення витрат на утримання й експлуатацію устаткування в

					6261м.01.МР.09.06.ПЗ	Арк.
						105
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

собівартість одиниці продукції визначимо % B_{yEO} по формулі:

$$\%B_{yEO} = \frac{\sum B_{yEO}}{\sum 3\Pi_{ocn}} \times 100\%$$

де $\sum 3\Pi_{ocn}$ - фонд основної заробітної плати основних робочих (результат табл.6.1).

Розрахунок витрат на утримання і експлуатацію устаткування

Таблица 6.5

Статті витрат	Елементи витрат	Спосіб розрахунку	Величина витрат, грн.
1	2	3	4
1. Витрати на повне відновлення капітального ремонту основних виробничих фондів (устаткування, транспортних засобів, інструментів)	Амортизація	Амортизація виробничого устаткування, транспортних засобів і інструмента визначаємо по формулі: $A = \frac{F_{пер} \times H_a}{100} \text{ де,}$ $F_{пер}$ – балансова вартість устаткування, транспортних засобів і інструментів; H_a – норма амортизації, %; на устаткування – 8 %; транспортних засобів – 40 %; інструментів – 24 %. $A_{уст} = (905572 \times 0,08) = 72445,76$ $A_{тр} = (135835,8 \times 0,4) = 54334,32$ $A_{ін} = (13583,58 \times 0,24) = 3260,06$	72445,76 54334,32 3260, 06
Разом по I статті:			130040,13

Продовження табл.6.5

					6261м.01.МР.09.06.ПЗ	Арк.
						106
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Витрати на експлуатацію устаткування (технічний огляд і обслуговування)	Матеріали	Вартість мастильних, обтиральних матеріалів, емульсій для охолодження $M = \Sigma m \times R \times K_{cm} \times C_{cm} \times D_p,$ де m – норма витрат мастильних матеріалів на одиницю ремонтної складності по групах устаткування за день; $R=155$ – кількість одиниць ремонтної складності; K_{cm} – коефіцієнт змінності ($K_{cm}=2$); $C_{cm}=1,05$ – вартість одиниці мастильно-обтиральних матеріалів, грн.; $D_p=251$ – кількість робочих днів у році $M=(1 \times 0,015 + 3 \times 0,025 + 2 \times 0,02 + 2 \times 0,015) \times 155 \times 2 \times 1,05 \times 251 = 13124,16$	13124,16
	Заробітна плата	Витрати на оплату праці робітників, що обслуговують устаткування (наладники) визначають: а) основна заробітна плата: $Z_{осн} = C_n \times \Phi_{эф} \times K_p = (1,76 \times 21,464 + 0,08 \times 13,889) \times 1820 = 70775,72$ б) додаткова заробітна плата: $Z_{доп} = 70775,72 \times 25 \% = 17693,93$ в) відрахування на соціальне страхування: $Z_{соц} = \frac{Z_{осн} + Z_{доп}}{100} \times 37.5\%$ $Z_{соц} = \frac{70775,72 + 17693,93}{100} \times 37.5\% = 33176,12$	70775,72 17693,93 33176,12

Продовження табл.6.5

					6261м.01.МР.09.06.ПЗ	Арк.
						107
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

		Витрати на електроенергію $C_{\text{эл}} = \sum_{i=1}^n N \times \Phi_{\text{ном}} \times K_{\text{исп}} \times C,$ де N – установлена потужність устаткування по групах, кВт. Φ – нормативний фонд часу роботи устаткування, рік. C – вартість одного кВт електроенергії, грн. K_{вик} – коефіцієнт використання устаткування. $C_{\text{эл}} = 225373,6 \times 0,85 \times 0,972 = 186203,66$	186203,66
	Послуги	Витрати на стиснене повітря $S_{\text{в}} = V \times \Phi_{\text{эф}} \times S \times K_3 \times \left(1 + \frac{b}{100}\right) \times \Pi_{\text{в}},$ Де V – норма витрати стиснутого повітря за 1 рік роботи устаткування, м³; S - кількість однорідних одиниць устаткування споживаючих стиснене повітря, шт.; β- втрата повітря в трубопроводі (5 %); Π_в- ціна одного м³ стиснутого повітря, грн.; - K₃ – коефіцієнт завантаження устаткування. $S = 1,5 \times 3936 \times 8 \times 0,85 \times (1 + 0,05) \times 0,09696 = 4087,31$	4087,31

Продовження табл.6 5

					6261м.01.МР.09.06.ПЗ	Арк.
						108
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

		Витрати на воду $C_{\text{âä}} = \frac{Q \times \hat{O}_{\text{ýô}} \times S}{1000} \times \ddot{O}_{\text{âä}}$ де Q – норма витрати води на 1 верстат у рік, м³, 15 м³ Ц_{вод} – ціна 1 м³ води, 8,496 грн. Ф_{еф} – ефективний фонд часу роботи устаткування, рік. S – число верстатів працюючих із ЗОР, шт. $C_{\text{вод}} = \frac{15 \times 3936 \times 8}{1000} \times 8.496 = 4012,83$			4012,83
Разом по II статті:					329073,73
3.Витрати на проведення поточного ремонту устаткування і транспортних засобів.	Матеріали	Для устаткування, крім автоматичних ліній, можна застосовувати в розмірі 4,5% від балансової вартості устаткування, 5% від вартості інструмента і 4,5% для транспортних засобів. $C_{\text{уст}} = 905572 \times 0,045 = 40750,74$ $C_{\text{ін}} = 13583,58 \times 0,05 = 679,18$ $C_{\text{тр}} = 135835,8 \times 0,045 = 6112,61$			40750,74 679,18 6112,61
	Зарплата	Витрати на оплату праці робітників, зайнятих на ремонтних роботах (слюсарі, електрики й ін.) визначаються аналогічно розрахункам у другій статті. $З_{\text{осн}} = 0,64 \times 17,045 \times 1820 = 19854,01$ $З_{\text{доп}} = 19854,01 \times 25 \% = 4963,5$ $З_{\text{соц.}} = (19854,01 + 4963,5) \times 37,5\% = 9306,57$			19854,01 4963,5 9306,57
Разом по III статті:					81666,61
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Продовження табл.6.5

6261м.01.МР.09.06.ПЗ

109

4. Витрати на внутрішньозаводські переміщення вантажів	Матеріали	Вартість мастильних і обтиральних матеріалів, пального, запасних частин і інших транспортних засобів, що використовуються для експлуатації, при укрупнених розрахунках, приймається 3% від вартості транспортних засобів. $135835,8 \times 3\% = 4075,07$	4075,07
	Зарплата	Зарплата на оплату праці робітників, зайнятих переміщенням вантажів визначається аналогічно другій статті $З_{осн} = 0,32 \times 13,889 \times 1820 = 8088,95$ $З_{доп} = 8088,95 \times 25\% = 2022,24$ $З_{соц.} = (8088,95 + 2022,24) \times 37,5\% = 3791,7$	8088,95 2022,24 3791,7
	Послуги	Вартість транспортних послуг допоміжних цехів, при укрупнених розрахунках, можна прийняти 2-3% від суми статей 1; 2; 3 $(120648,7 + 155575,91 + 57251,93) \times 3\% = 16223,41$	16223,41
Разом по IV статті:			34201,37
5. Знос малоцінних інструментів та тих, що швидко зношуються	Матеріали	Вартість малоцінних інструментів і пристроїв та тих, що швидко зношуються, по укрупнених розрахунках, можна прийняти на 1 верстат, грн.: $C = 190 \times 1 + 250 \times 3 + 230 \times 2 + 210 \times 2 = 1820$	1820
	Послуги	Суму зносу малоцінного інструменту і пристроїв та тих, що швидко зношуються, вартість їхнього заточення і ремонту можна прийняти 25-30% від їхньої вартості. $1820 \times 30\% = 546$	546
Разом по V статті:			2366
6. Інші.		Витрати непередбачені іншими статтями можна прийняти в розмірі 2-3% від суми попередніх статей. $577347,84 \times 3\% = 17320,44$	17320,44
Продовження табл.6.5			

Разом по VI статті:	17320,44
Усього:	694668,28

$$\%B_{\text{УЕО}} = \frac{694668,28}{600365.03} \times 100\% = 115.71\%$$

6.7 Визначення фактичної собівартості та фінансових результатів виготовлення деталі

6.7.1 Калькуляція виготовлення деталі.

Калькуляція – це визначення собівартості одиниці конкретного виду продукції. При визначенні виробничої собівартості продукції, що виробляється на дільниці механічного цеху, слід спиратися на стандарт бухгалтерського обліку П(С)БУ16.

Калькуляція виготовлення деталі

Таблиця 6.6

Шифр рядка	Найменування статей калькуляції	Величина витрат, грн.	Вказівки до розрахунку	
1	2	3	4	
01	Сировина і матеріали	196,8	Розділ МР „Розрахунок витрат на основні матеріали”	
02	Зворотні відходи	(5,94)	Розділ МР „Розрахунок витрат на основні матеріали”	
03	Основна заробітна плата основних виробничих робітників	134,21	Табл.6.1 підсумок графи 5	
04	Додаткова заробітна плата основних виробничих робітників	46,97	35% від п.03	
05	Відрахування на соціальні заходи	67,94	37,5% від п.п. 03 + 04	
06	Витрати на утримання й експлуатацію устаткування	155,29	115,71 % від п.03	
07	Загальновиробничі витрати	201,32	150% від п.03	
08	Виробнича собівартість	796,59	(01 – 02) + 03 + 04 + 05 + 06 + 07	
09	Адміністративні витрати	335,53	250% від п.03	
10	Витрати на збут	5,37	4% від п.03	Арк.
6261м.01.МР.09.06.ПЗ				110
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Шифр рядка	Найменування статей калькуляції	Величина витрат, грн.	Вказівки до розрахунку
11	Інші операційні витрати	6,71	5% від п.03
12	Повна собівартість	1144,2	08+09+10+11

6.7.2 Визначення оптової ціни річної програми.

Оптова ціна – це сума прибутку та повної собівартості, розрахованої за статтями калькуляції. *Прибуток* розраховується в залежності від встановлено рівня рентабельності за формулою:

$$\text{Рентабельність} = \frac{\text{Прибуток}}{\text{Повна собівартість}} \times 100\%$$

Розрахунок вартості річного обсягу продукції в оптових цінах зведено в табл.6.7.

Визначення оптової ціни річної програми

Таблиця 6.7

Шифр рядка	Найменування статей калькуляції	Величина витрат, грн.	Вказівки до розрахунку
01	Сировина і матеріали	393600	А×таб. 6.6 с.01
02	Зворотні відходи	(11880)	А×таб. 6.6 с.02
03	Основна заробітна плата основних виробничих робітників	268420	А×таб. 6.6 с.03
04	Додаткова заробітна плата основних виробничих робітників	93940	А×таб. 6.6 с.04
05	Відрахування на соціальні заходи	135880	А×таб. 6.6 с.05
06	Витрати на утримання й експлуатацію устаткування	310580	А×таб. 6.6 с.06
07	Загальновиробничі витрати	402640	А×таб. 6.6 с.07
08	Виробнича собівартість	1593180	А×таб. 6.6 с.08
09	Адміністративні витрати	671060	А×таб. 6.6 с.09
10	Витрати на збут	10740	А×таб. 6.6 с.10
11	Інші операційні витрати	13420	А×таб. 6.6 с.11
12	Повна собівартість	2288400	08+09+10+11
13	Рівень рентабельності		15%
14	Прибуток	343260	п.13 від п.12
15	Оптова ціна продукції підприємства без ПДВ	2631660	п.12+п.14

6.7.3 Визначення фінансових результатів (прибутку)

Визначення фінансових результатів проводимо згідно з П(С)БУ 3 за

6261м.01.МР.09.06.ПЗ

Арж.

112

допомогою табл.6.8.

Визначення фінансових результатів

Таблиця 6.8

Стаття		Величина витрат, грн.	Вказівки до розрахунку
1.	Доход (виручка) від реалізації продукції	2631660	п.15 табл.6.7
2.	Собівартість продукції (виробнича)	1593180	п.08 табл.6.7
3.	Валовий прибуток	1038480	п.1–п.2
4.	Адміністративні витрати	671060	п.09 табл.6.7
5.	Витрати на збут	10740	п.10 табл.6.7
6.	Інші операційні витрати	13420	п.11 табл.6.7
7.	Фінансові результати від операційної діяльності	343260	п.3-(п.4+п.5+п.6)
8.	Податок на прибуток від звичайної діяльності	85815	25% від п.7
9.	Фінансовий результат (чистий прибуток)	257445	п.7-п.8

6.8. Розрахунок обсягів капітальних вкладень і строків окупності проекту

Припустимо, що освоєння випуску нової продукції починається з 1 січня 2024 року і продовжується на протязі 5 років. За цей період досягається річний обсяг випуску продукції 2000 штук.

Припустимо, що ціни на продукцію залишаються незмінними, а програмний обсяг виробництва досягається поступово (табл.6.9.).

Проектовані обсяги виробництва

Таблиця 6. 9

Роки	2024	2025	2026	2027	2028
Обсяг виробництва %	70	90	100	100	100

Обсяги інвестицій у проект включають суму вкладень в основні засоби та на створення оборотних коштів. Розрахунок обсягів інвестиційних вкладень у проект зведено в табл.6.10.

Розрахунок обсягів інвестиційних вкладень у проект

Таблиця 6.10

					6261м.01.МР.09.06.ПЗ	Арк.
						113
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Показники		Величина витрат, грн.
I. Інвестиційні вкладення в основні засоби:		
	1. Будівлі, споруди і передатні пристрої	521200
	2. Транспортні засоби	143835,5
	3. Інші	924755,58
Разом: вкладення в основні фонди		1460341,3
II. Інвестиції в оборотні кошти		196722,84
Усього: I+II		1657064,1

Визначення інвестицій в оборотні кошти.

Інвестиції є різницею між повною собівартістю (ПС) і амортизацією (А).
Для даної деталі повна собівартість річної програми складає 2288400 грн. (табл.6.7, п.12), амортизація – 321171,53 грн. (табл.6.11, п.2+п.3+п.4), інвестиції в оборотні кошти будуть рівні:

$$I_{\text{инв}} = \frac{ПС - А}{12} \times 1,2 = \frac{2288400 - 321171,53}{12} \times 1,2 = 196722,84 \text{ грн}$$

У даній формулі 20% – це резервний (страховий) фонд.

Для оцінки ефективності проекту потрібно сформулювати грошовий потік від реалізації інвестицій (табл.6.11).

Розрахунок грошового потоку

Таблиця 6.11

Показники	Значення, грн.	Вказівки з розрахунку
1. Чистий прибуток, у тому числі:	564186,42	
а) у річному обсязі продукції	257445	п.9 табл.6.8
б) прибуток від випуску супутньої продукції	306741,42	дивись розрахунок нижче
2. Амортизація 1-ї групи основних фондів	41696	8% від п.1 таб.6.10
3. Амортизація 2-ї групи основних фондів	57534,2	40% від п.2 таб.6.10
4. Амортизація 3-ї групи основних фондів	221941,33	24% від п.3 таб.6.10
Разом сумарний грошовий потік:	885357,95	п.1+2+3+4

Прибуток від випуску супутньої продукції:

					6261м.01.МР.09.06.ПЗ	Арк.
						114
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Pi' = \frac{\Pi}{TН} \times (TН' - TН)$$

де Π – отриманий прибуток від заданої програми, грн.

$TН$ – трудомісткість річної програми, н.-год.

$TН'$ – трудомісткість річної програми з урахуванням довантаження, н.-год.

$$\Pi' = \frac{132279,75}{13352} \times (29261 - 13352) = 157612,2 \text{ грн.}$$

Розрахунок сумарного грошового потоку з урахуванням обсягів виробництва по роках

Таблиця 6.12

Роки	Показники	Роки	Значення, грн.
0	Сума капітальних вкладень	початок 2020 року	(1657064,1)
1	70% грошового потоку	2020	619750,56
2	90% грошового потоку	2021	796822,15
3	100% грошового потоку	2022	885357,95
4	100% грошового потоку	2023	885357,95
5	100% грошового потоку	2024	885357,95
6	100% грошового потоку	2025	885357,95

Визначення строків окупності проекту

$$\text{Період окупності} = \frac{\text{Кількість років до повного відшкодування витрат}}{\text{Невідшкодований залишок у цьому році}} + \frac{\text{Грошовий потік наступного року}}{\text{Невідшкодований залишок у цьому році}}$$

Рік 1-й: $-1657064,1 + 619750,56 = -1037313,6$ грн.

Рік 2-й: $-1037313,6 + 796822,15 = -240491,5$ грн.

Рік 3-й: $-240491,5 + 885357,95 = 644866,45$ грн.

Проект окупиться на початок третього року.

$$\text{Період окупності} = 2 + \frac{240491,5}{885357,95} = 2,27 \text{ року або 2 роки 4 місяці}$$

					6261м.01.МР.09.06.ПЗ	Арк.
						115
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Проект окупиться на 5 місяць третього року.

Визначення чистої теперішньої вартості проекту

Таблиця 6.13

Роки	Коефіцієнт дисконтування	Значення, грн.
0	$K_d = \frac{1}{(1+k_c)^t},$ де $k_c=15\%$ – ставка дисконтування; t – номер року $K_d = \frac{1}{(1+0,15)^0} = 1$	(1657064,1)
1	Тут і далі K_d розраховується аналогічно графі (0) $K_d = 0,8696$	538935,08
2	$K_d = 0,7561$	602477,22
3	$K_d = 0,6575$	582122,85
4	$K_d = 0,5718$	506247,67
5	$K_d = 0,4972$	440199,97
Разом чиста теперішня вартість проекту		1012918,5

Рік 1-й: $-1657064,1 + 538935,08 = -1118129,1$ грн.

Рік 2-й: $-1118129,1 + 602477,22 = -515651,9$ грн.

Рік 3-й: $-515651,9 + 582122,85 = 66470,95$ грн.

Період окупності $= 2 + \frac{515651,9}{582122,85} = 2,89$ року або 2 роки 11 місяців.

Проект з урахуванням дисконту окупиться за 2 роки 11 місяців.

6.9 Техніко-економічні показники ділянки

Для одержання повного уявлення про доцільність реалізації проекту ділянки механічного цеху необхідно мати комплекс підсумкових даних, що характеризують економічну сторону роботи спроектованої ділянки. Основні техніко-економічні показники ділянки зведені в табл.6.14.

Техніко-економічні показники ділянки

Таблиця 6.14

					6261м.01.МР.09.06.ПЗ	Арк.
						116
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найменування показників	Одиниці виміру	Значення
1	2	3
1. Обсяг виробництва	штук	2000
2. Працемісткість річної програми	н.-год.	
- заданої річної програми;		13352
- з урахуванням супутньої продукції		29261
3. Чисельність працюючих всього:	осіб	25,86
в тому числі:		
- основних робочих		16
- допоміжних робочих		6,1
- спеціалістів		3,29
- службовців		0,18
- молодшого обслуговуючого персоналу		0,29
4. Середній розряд робочих	-	
- основних		3,125
- допоміжних		2,69
5. Фонд заробітної плати:	грн.	
- основних робочих		810492,79
- допоміжних робочих		232664,71
- спеціалістів		218060,7
- службовців		6048
- молодшого обслуговуючого персоналу		6707,12
6. Середньомісячна заробітна плата:	грн.	
- основних робочих		4221,32
- допоміжних робочих		3178,48
- спеціалістів		5523,32
- службовців		2800
- молодшого обслуговуючого персоналу		1927,33
7. Вартість основних виробничих фондів всього	грн.	
у тому числі:		1460341,3
I. групи (будівлі, споруди, передатні пристрої)		521200
II. групи (транспортні засоби. ЕОМ, прилади)		143835,5
III. групи (інше)		924755,58
8. Кількість устаткування на ділянці	штук	8
9. Середній коефіцієнт завантаження устаткування	%	0,85
10. Коефіцієнт використання матеріалу	-	0,61
11. Собівартість одиниці продукції	грн.	1144,2
12. Собівартість річної програми	грн.	2288400
13. Виробнича програма за оптовими цінами	грн.	2631660
14. Чистий прибуток	грн.	257445
15. Чиста теперішня вартість проекту	грн.	1012918,5
16. Строк окупності капітальних вкладень	роки	
без дисконтування		2,27

Вступ

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів та засобів, які скеровані на збереження здоров'я та працездатності людини в процесі праці („Закон України про охорону праці”).

Під умовами праці розуміємо сукупність факторів виробничого середовища, які впливають здоров'я на та працездатність людини в процесі праці. Поліпшення умов праці сприяє зростанню престижності фаху, зменшенню текучості кадрів, підвищенню трудової дисципліни, а головне, зниженню втрат від захворювання та травматизму, що теж має велике соціально-економічне значення.

7.1. Аналіз небезпек та шкідливостей на дільниці

При виготовленні деталі на проектованій дільниці механічної обробки може виникнути ряд небезпечних для здоров'я виробничих робочих ситуацій, пов'язаних з такими виробничими шкідливостями:

- незахищені рухомі елементи обладнання;
- підвищений рівень вібрації;
- підвищений рівень шуму;
- можливість ураження електричним струмом;
- погане освітлення на робочому місці;
- підвищена концентрація шкідливих речовин;
- підвищена загазованість, забрудненість.

Нераціональне розташування органів керування обладнанням, незахищена зона обробки можуть призвести до травмування робочих. Відповідно до „Загальні вимоги до верстатів всіх типів” (ГОСТ 122 009-80) „Верстати металоріжучі” всі рухомі частини, передачі, які розміщені поза корпусу верстату та викликаючи небезпеку травмування, повинні мати огорожу, яка має відповідну міцність.

При обробці металів створюється стружка, яка може відлітати із зони різання та викликає небезпеку для робочого, так як може забруднити очі, травмує

					6261м.01.МР.09.07.ПЗ	Арк.
						120
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

їх, а також травмувати інші частини тіла. При обробці корпусу насосу із алюмінієвого сплаву створюється зливна стружка, котра має високу температуру та потрапляє на відкриті частини тілу людини може викликати опіки. Для захисту робочих від стружки використовують індивідуальні засоби захисту (окуляри, маски, щити, екрани).

Заходи протипожежної безпеки призначають за ГОСТ 12.1.004-91.

Недостача та нерівномірність освітлення робочого місця призводять до перенапруження зору, перевтоми організму, виникненню надмірної дратівливості, послабленню уваги та погіршанню координації зорової і моторної діяльності. Але, в той самий час, яскраве освітлення викликає також негативний вплив. Перебільшення норм яскравості призводить до тимчасової сліпучості, викликає різь в очах. Тому нормування освітлення для робочих місць має значення для виробництва. Освітлення призначається згідно з діючими нормами: ДБН В.2.5-75:2013.

Електрообладнання, яке знаходиться на виробничій ділянці викликає для людини безпеку ураження електричним струмом при порушенні техніки безпеки роботи на електрообладнанні. Основні причини нещасних випадків при діянні електричного струму, пов'язані з випадковими торканнями до струмоведучих частин, які знаходяться під напругою, з появою напруги на металевих конструкціях в результаті пошкодження ізоляції. Небезпека ураження струмом залежить від ряду факторів: напруга сеті, схеми сеті, ступені ізоляції струмоведучої частини від ґрунту і т. ін. Основні заходи захисту від ураження електричним струмом:

- забезпечення неприступності струмоведучих частин;
- застосування малих напруг;
- використання ізоляції;
- застосування захисних заземлень, замулень.

Нормування електрообладнання проводять згідно з ПУЕ-86.

Місцеві пиловидалення супроводжують операції завантаження – розвантаження піщано-глинистих сумішей (для ливарних цехів), операції сушки, очищення.

					6261м.01.МР.09.07.ПЗ	Арк.
						121
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Нормовані параметри шуму на робочих місцях визначено ДСТУ 2687-94. Боротьба з шумом йде в декількох напрямках: зміною технологічного процесу, підбором та розташуванням обладнання, застосуванням ізолюючих матеріалів, глушителів.

Небезпечним виробничим фактором є вібрації, котрі виникають при роботі машин, агрегатів невірноважених силових впливів. Згідно з ДСТУ ГОСТ 12.1.012:2008 системи стандартів безпеки праці, встановлені допустимі значення і методи оцінки численних характеристик вібрації, які визначають її вплив на людину. В таблиці приведені допустимі значення параметрів вібрації, які призначені для постійних робочих місць в виробничих приміщеннях при безперервним впливі протягом робочого часу.

Таблиця 7.1

Середньо геометричні частоти октавних смуг, Гц	Допустима коливальна швидкість, мм/с	Рівень звукового тиску, дБ
2	11,2	107
4	5	100
8	2	92
16	2	92
32	2	92
63	2	92

ГОСТ 12.4.046-90 встановлені методи вібраційного захисту, котрі поділяються на методи, які знижують параметри вібрації впливом на джерело збудження та методи, які знижують параметри вібрації на шляху її розповсюдження від джерела [18, 22, 25].

7.2. Вимоги до техніки безпеки при роботі на токарних верстатах

1. Закріплення та розкріплення деталі в пристосуванні проводять при вимкненому верстаті.

2. Під час роботи верстата забороняється обпиратися на станину та залишати вимірювальний інструмент на поверхні станини.

3. При виникненні небезпеки для життя треба негайно вимкнути верстат, прийняти заходи по ліквідації небезпеки, викликати майстра.

					6261м.01.МР.09.07.ПЗ	Арк.
						122
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. При знятті деталі верстат повинен бути зупинено, ріжучий інструмент відведено на безпечну відстань.
5. Стружку з поверхні верстата видалити спеціальним щупом.
6. Виконувати роботу на верстаті треба в спеціальному одязі, в головному уборі.
7. Перед вмиканням верстата:
 - перевірити системи постачання ЗОР;
 - надійність закріплення заготовки;
 - роботу гідросистем та пневмосистем;
 - встановити захисний щит.
8. По закінченні роботи верстат вичистити від стружки та ЗОР, змастити потрібні частини верстата, перед тим їх вимкнув [22, 25].

7.3. Розрахунок рівня звукового тиску на робочих місцях

Шумом є всілякий небажаний для людини звук. При тривалому впливі шуму на людину настає загальна втома, що може призвести до погіршення слуху, а інколи і до глухоти, порушується процес травлення їжі, виникають зміни внутрішніх органів, що призводить до травмування.

Рівень звукового тиску метало ріжучого обладнання дорівнює 85-100 дБ, що не рідко негативно впливає на нервову систему робочого, чинить на нього психологічний вплив, призводить до зниження продуктивності, до ряду професійних захворювань робочих.

Інтенсивність звуку I_e в розрахунковій крапці приміщення складається з інтенсивності прямого звуку I_{np} , йдучого безпосередньо від джерела, та інтенсивності відбитого звуку $I_{отр}$

$$I = I_{np} + I_{отр}.$$

Для здійснення заходів по шумоглушенню рівні звукового тиску на робочих місцях визначається наступним чином:

Для одного джерела шуму

$$L = L_p + 10 \times \lg \left[\frac{\Phi}{4\pi x r^2} + \frac{4\alpha k}{B_{\text{ш}}} \right],$$

					6261м.01.МР.09.07.ПЗ	Арк.
						123
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де L_p – рівень звукової потужності джерела шуму в дБ;

Φ – фактор напрямку джерела шуму (для метало ріжучих верстатів $\Phi = 2$);

r – відстань від акустичного центру джерела шуму до розрахункової крапки в м;

$B_{ш}$ – постійна приміщення з джерелом шуму в м² (для металообробних цехів при обсязі приміщення $V = 3193$ м³ $B_{ш} = 145$ м²);

k – коефіцієнт, який враховує ступінь нерівномірності звукового поля в приміщенні, $k = 1-2$.

Визначимо рівні звукового тиску в середньо октавній смузі для робочих місць:

робоче місце оператора з ЧПК на токарному верстаті, де рівень звукової потужності токарного верстата $L_p = 116$ дБ; відстань від акустичного центру джерела шуму (проекція геометричного центру машини на горизонтальну площину) до робочого місця $r = 1,65$

$$L = L_p + 10 \times \lg \left[\frac{\Phi}{4\pi r^2} + \frac{4\pi k}{B_{ш}} \right] =$$
$$= 116 + 10 \times \lg \left[\frac{2}{4 \times 3,14 \times 1,65^2} + \frac{4 \times 2}{145} \right] = 106,56 \text{ дБ};$$

робоче місце фрезерувальника ($L_p = 98$ дБ; $r = 1,6$):

$$L = L_p + 10 \times \lg \left[\frac{\Phi}{4\pi r^2} + \frac{4\pi k}{B_{ш}} \right] =$$
$$= 98 + 10 \lg \left[\frac{2}{4 \times 3,14 \times 1,6^2} + \frac{4 \times 2}{145} \right] = 88,7 \text{ дБ}.$$

З приведених розрахунків видно, що рівень звукового тиску на робочих місцях перебільшує допустимий 80 дБ. Крім того, необхідно враховувати, що в приміщенні діляниці знаходяться декілька верстатів, кожен з яких є джерелом шуму.

Для декількох джерел шуму, розташованих в одному приміщенні, формула для визначення рівня звукового тиску буде мати вигляд:

$$L = 10 \times \lg \left[\sum_{i=1}^m \frac{10^{0,1L_i}}{S_i} + 4 \times \sum_{i=1}^n \frac{10^{0,1L_i}}{B} \right],$$

					6261м.01.МР.09.07.ПЗ	Арк.
						124
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де S_i – площа уявної поверхні, оточуючої джерело шуму та проходячої через розрахункову точку, м^2 ;

m – кількість джерел шуму, найближчих до розрахункової точки для яких $r_i = 4r_{\min}$ ($r_{\min}$ – відстань від розрахункової точки до акустичного центру найближчої до неї машини, м);

n – загальна кількість джерел шуму в приміщенні.

ЧПК токарного верстату

Визначимо рівень звукового тиску для середньо геометричної частоти октавної смуги в цій точці

($n=7$; $m=6$; $L_{p1}=L_{p2}=L_{p3}=116$ дБ; $L_{p4}=97$ дБ; $L_{p5}=93$ дБ; $L_{p6}=95$ дБ; $L_{p7}=98$ дБ; $r_1=1,65$ м; $r_2=8,4$ м ($S_2=443,34$ м^2); $r_3=11,9$ м ($S_3=889,76$ м^2); $r_4=7,4$ м ($S_4=344,07$ м^2); $r_5=8,3$ м ($S_5=432,85$ м^2); $r_6=10,75$ м ($S_6=726,1$ м^2); $r_7=15$ м ($S_7=14,13\text{м}^2$)).

Із плану ділянки видно, що найбільший рівень шуму буде на робочому місці оператора

$$L = 10 \times \lg \left(\frac{10^{0,1 \times 116}}{443,34} + \frac{10^{0,1 \times 116}}{889,76} + \frac{10^{0,1 \times 97}}{344,07} + \frac{10^{0,1 \times 93}}{432,85} + \frac{10^{0,1 \times 95}}{726,1} + \frac{10^{0,1 \times 98}}{1413,72} + \frac{4}{145} \right) \times (3 \times 10^{0,1 \times 116} + 10^{0,1 \times 97} + 10^{0,1 \times 93} + 10^{0,1 \times 95} + 10^{0,1 \times 98})$$

$$= 105,41 \text{ дБ.}$$

Вимагаєме зниження шуму складає [18, 22, 23, 25, 37, 49]

$$L_{mp} = L - L_D = 105,41 - 80 = 25,41 \text{ дБ.}$$

7.4. Методи зниження шуму

1. Зниження шуму у самому джерелу (замінити обернено-поступові рухи рівномірно обертальними рухами; більш широко застосовувати змащування поверхонь, які труться; застосовувати балансування елементів машин, які обертаються і т. ін.).

2. Зниження шуму на шляху розповсюдження (установка звукопоглинаючих приладів у вигляді стін, огорожень, кабін).

3. Для огорож із залізобетону масою 500 кг/м^2 , встановлених на ділянці, розрахуємо звукоізоляцію по формулі

					6261М.01.МР.09.07.ПЗ	Арк.
						125
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R = 22 * \lg\left(\frac{m}{m_0} - 12, \right)$$

де m – маса 1м огорож;

$$m_0 = 1 \text{ кг/м}^2;$$

$$R = 22 * \lg(500/1) - 12 = 47,4 \text{ дБ.}$$

4. Засоби індивідуального захисту:

- вкладиші – м'які тампони із ультразвукового волокна, які вставляються в слуховий канал (зниження шуму 5-20 дБ);

- навушники, шоломи, щільно прилягаючі до вушних раковин (застосовують при високому рівні шумів – 120 дБ) [18,25,37].

8. Охорона навколишнього середовища

Вступ

Сучасна біосфера (навколишнє середовище) – це результат довгої еволюції органічного світу та неживої природи. В цій еволюції важливу роль грає людина, на яку лягає велика відповідальність за збереження навколишнього середовища.

Забрудненням називають привнесення в яке-небудь середовище нових, нехарактерних для неї, в розглянутий час, неблагонадійних хімічних, фізичних та біологічних компонентів або перевищення їх природного рівня в середовищі. Забруднення, які поступають в навколишнє середовище, можуть бути природного і антропогенного походження. К природнім джерелам забруднення середовища належать: пилові бурі, вулканічні виверження, космічна пил, лісові пожежі та ін.

До джерел антропогенного впливу на навколишнє середовище відносяться: викиди промислових підприємств, які разом з димом викидають сірковий газ, хлор, аміак, двоокис вуглецю, частки і сполучення різних металів, в тому числі таких шкідливих для здоров'я, як ртуть та миш'як. В стічних водах підприємств можуть знаходитися нафтопродукти, емульсії, механічні примуси та ін. Поряд з цим навколишнє середовище піддається впливу неблагонадійних факторів: шуму, вібрацій, теплового та радіоактивного забруднення, електромагнітного та інших видів випромінювання.

Проблема охорони навколишнього середовища є комплексною та носить глобальний характер і тому повинна вирішуватись не тільки стосовно до конкретного підприємства, а і в масштабах окремих міст, промислових центрів, регіонів, всієї території країни.

8.1. Охорона навколишнього середовища

При обробці на метало ріжучому обладнанні утворюється велика кількість відходів матеріалу, особливо у вигляді стружки, яку збирають в бункери, а потім відправляють на дільницю, яка переробляє стружку. Важливість цього процесу в

					6261м.01.МР.09.08.ПЗ	Арк.
						127
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

тому, щоб стружка накопичувалась на території цехів та своєчасно перероблювалась, тим самим уникаючи забруднення території підприємства.

Для спуску виробничих та господарських вод передбачаються споруди для очищення, знешкодження, утилізації. Основні види забруднення стічних вод: пісок, окалина, металева стружка, пил, масла; в травильних, гальванічних цехах стічні води насичені шкідливими речовинами. Тому для видалення зі стічних вод високо дисперсних мінеральних домішок застосовують горизонтальні відстійники та масло ловушки, методом флотації проводять очищення.

Стоки гальванічних цехів нейтралізують додаванням реагентів: гашене вапно, сода, карбідний шлам.

Для очищення повітря методом сухого чищення застосовують центр обіжні пило уловлювачі (циклони, мультициклони) та обертаючийся пило уловлювачі вентиляторного типу.

Для очищення від піску при піскоструйній обробці застосовують матерчаті рукавні фільтри з тканини.

Вплив токсичних речовин великий, як на людину, так і на довкілля: (рослинний та тваринний мир, воду, ґрунту), тому ліквідація токсичних відходів (окиси азоту, фосфору) дуже важлива.

Для токсичних відходів, які не підлягають утилізації, розробляються спеціальні умови та місця захорони.

На території підприємства багато пожежно небезпечних об'єктів. Для усунення пожеж, які завдають шкоди, як людині, так і довкіллю, необхідно дотримуватись заходів захисту від пожежно небезпечних ситуацій.

Сюди належать:

- правильна експлуатація машин і внутрізаводського транспорту;
- дотримання протипожежних правил, норм при проектуванні споруд, будівель, пристрою електропроводів, обладнання, опалення, правильне розміщення обладнання;
- заборона на паління в недоречних місцях;
- заборона на проведення зварювальних та інших вогневих робіт в пожежно небезпечних приміщеннях і т. ін.

					6261м.01.МР.09.08.ПЗ	Арк.
						128
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найбільш ефективною формою захисту природного середовища від викидів промисловості є розробка та запровадження безвідхідних та мало відхідних технологічних процесів.

Безвідхідна технологія – це активна форма захисту навколишнього середовища від брудного впливу, яка представляє собою комплекс заходів в технологічних процесах від обробки сировини до використання готової продукції, в результаті чого зменшується до мінімуму кількість шкідливих викидів. Необхідне удосконалення технологічних процесів, створення нових екологічно нешкідливих процесів, розробка нового обладнання з меншим рівнем викидів домішок та відходів до навколишнього середовища.

Діє два основних напрямку екозахисту: зменшення кількості викидів шкідливих речовин та їх знешкодження. Перший напрямок запобігає застосування прогресивних технологічних схем, другий – використання сорбційних методів з утилізацією витягнутих компонентів, а в окремих випадках – їх спалюванням.

Широко застосовуються газо -, пило уловлюючі установки, котрі можна поділити на наступні групи: електролітичне очищення газів, тканеві, волокнисті та пористі фільтри; установки хімічного очищення газів; електрофільтри.

Очищення стічних вод від механічних домішок здійснюється проціджуванням, відстоюванням, фільтруванням, відділенням механічних частин в полі дії центр обіжних сил, від масла утриманих домішок – відстоюванням, фільтруванням, обробкою спеціальними реагентами.

Для захисту навколишнього середовища від вібрацій, як правило, застосовують ті самі ж методи, що і в виробничих умовах. Для зменшення шуму в навколишньому середовищу застосовують екрани, кожухи, глушители, вікна з підвищеними звукоізолюючими властивостями.

Важлива роль в ділі охорони навколишнього середовища відводиться архітектурно-планувальним рішенням: виведення промислових підприємств з крупних міст та спорудження нових в малозаселених районах [18, 22, 23, 25].

					6261м.01.МР.09.08.ПЗ	Арк.
						129
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

Вступ

В сучасних економічних умовах важливу роль грає безперервна робота підприємств. На нормальний режим роботи можуть впливати стихійні біді такі як землетруси, урагани, смерчі, бурі, пожежі, повінь та ін., виробничі аварії катастрофи, війни.

Значні руйнування на об'єктах народного господарства (ОНГ) і великі втрати серед населення можуть стати причиною різкого скорочення випуску промислової і сільськогосподарської продукції, викликати необхідність проведення рятувальних і інших невідкладних робіт у осередках ураження. В зв'язку з цим виникає необхідність приймати заздалегідь відповідні міри по захисту населення при надзвичайних ситуаціях мирного та військового часу, забезпечення стійкої роботи, забезпечення ОНГ, що складає суть основних задач Цивільного захисту (ЦЗ).

9.1. Захист обладнання дільниці механічного цеху від електромагнітного імпульсу

Відповідно до закону України на кожному ОНГ незалежно від форм власності і господарювання, в тому числі і на підприємстві для якого проектується дільниця механічного цеху, повинні бути проведені наступні основні заходи ЦЗ з підвищення стійкості його роботи при НС мирного та військового часу.

1. Захист робочих та службовців.
2. Підвищення стійкості керування виробництвом та ЦЗ об'єкту.
3. Підвищення стійкості будівель та споруд.
4. Захист обладнання.
5. Підвищення стійкості КЕС.
6. Підвищення стійкості матеріально-технічного обслуговування.
7. Захист від РВ, СДОР, ОР та БС.
8. Виключення чи обмеження впливу вторинних факторів, які ушкоджують.

					6261м.01.МР.09.09.ПЗ	Арк.
						131
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. Підвищення протипожежної безпеки.
10. Світломаскування об'єкту.
11. Захист і добудовування кораблів, які будуються.
12. Підготовка об'єкту до переходу на режим роботи військового часу.
13. Підготовка до безаварійної зупинки виробництва за сигналами сповіщення ЦЗ.
14. Підготовка об'єкту до роботи при НС мирного часу.
15. Підготовка до відновлення порушеного виробництва.

На проєктованій ділянці виготовляється деталь – шток супорта, з річною програмою 2000 шт. Деталь виготовляється із матеріалу – сталь 20. Режим роботи – двозмінний. Верстати на ділянці розташовані по ходу технологічного процесу, із урахуванням всіх норм та вимог до відстані та розташування обладнання. На ділянці механічного цеху також розташовані допоміжні, службово-побутові приміщення, склад штучних заготовок і готових деталей, місце ВТК і кімната майстра, проходи та транспортні проїзди (ширина транспортного проїзду 1800 мм). Ширина прольоту – 18000 мм, відстані між несучими колонами – 6000 мм, висота будівлі – 7200 мм.

На ділянці використовуються універсальні верстати, верстати із ЧПК і спеціальні верстати. Безумовно самим дорожчим обладнанням є верстати з ЧПК.

В мирний, а тим більше у військовий час, є можливі пошкоджуючі фактори, які можуть вивести з ладу обладнання, тим самим призвести до збою виробництва і матеріальним втратам. Одним з таких пошкоджуючих факторів є електромагнітний імпульс (ЕМІ), котрий виникає в мирний час внаслідок грозових розрядів, а в військовий – від ядерного вибуху. ЕМІ може викликати потужні імпульси токів і напруг у проводах та кабелях повітряних і підземних ліній зв'язку, сигналізації, управління, електропередачі, в антенах радіостанцій. Вплив ЕМІ може призвести до згоряння чутливих електричних елементів, пов'язаних з великими антенами або відкритими проводами, а також до серйозних порушень в цифрових і контрольних устроях, звичайно без необратимих змін. Особливості ЕМІ, як вражаючого фактору, є здібність розповсюджуватися на десятки і сотні кілометрів у навколишньому середовищі

					6261м.01.МР.09.09.ПЗ	Арк.
						132
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

по різним комунікаціям (мережам електро-водопостачання, провідного зв'язку та ін.). А так, як ЕМІ грозового розряду значно менше, то захист від ЕМІ ядерного вибуху буде достатньо ефективним і в мирний час. При наземних і низьких повітряних вибухах в зоні радіусом декілька кілометрів від місця вибуху, в лініях зв'язку та електропостачання виникають напруги, котрі можуть викликати пробій ізоляції проводів і кабелів відносно землі, а також пробій ізоляції елементів апаратури та устроїв, які підключені до повітряних і підземних ліній. Високі електричні потенціали відносно землі, які виникають у жилах кабелів, антенно-фідерних лініях і провідних лініях зв'язку можуть представляти небезпеку для осіб, котрі обслуговують апаратуру.

Так як на проектованій ділянці є обладнання із ЧПК, то треба розробити комплекс мір по підвищенню стійкості обладнання в умовах впливу максимального виду ЕМІ ядерного вибуху.

Для розрахунку маємо наступні початкові дані: підприємство, на якому розташована спроектована ділянка механічного цеху, знаходиться на відстані 5 км від вірогідної крапки прицілювання $R_r = 5$ км; очікувана потужність боєприпасів $q = 1$ Мт; вибух повітряний; вірогідне максимальне відхилення боєприпасів від крапки прицілювання $r_{відх} = 0,5$ км. Проведемо розрахунок впливу ЕМІ на верстат із ЧПК, котрий є найбільш цінним на ділянці.

Елементи підлягають впливу електромагнітного імпульсу:

1. Електроживлення верстатів здійснюється від підстанції по підземному кабелю довжиною $L = 100$ м, кабель має вертикальне розвітвління до електродвигунів висотою 1,5 м. Допустиме коливання у мережі ± 15 %, коефіцієнт екранування кабелю $\eta = 2$, робоча напруга $U_p = 380$ В.

2. Система ЧПК верстата складається із пульта керування, розвідної мережі та блоків керування верстатами. Пульт керування виконано на мікросхемах, котрі мають токопровідні елементи висотою 0,05 мм. Робоча напруга мікросхем 12 В. Живлення від загальної мережі напругою 220 В через трансформатор. Допустима напруга ± 15 %. Розвідна мережа має горизонтальну лінію 50 м та вертикальне розвітвлення висотою 2 м до блоків керування верстатом. Робоча

					6261м.01.МР.09.09.ПЗ	Арк.
						133
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

напруга 220 В. Допустима напруга $\pm 15\%$. Коефіцієнт екранування системи $\eta = 2$.

Розрахунок проводимо за методикою [21].

1. Визначимо можливу мінімальну відстані від центру вибуху до механічного цеху:

$$R_x = R_r - r_{\text{відх}} = 5 - 0,5 = 4,5 \text{ км}$$

2. Розрахуємо очікуване на об'єкті максимальне значення вертикальної E_B і горизонтальної E_r складових напруженості електричного поля за формулами:

$$E_B = 5 * 10^3 * K \left(\frac{1+2R}{R^3} \right) \lg(14,5q),$$

де K – коефіцієнт асиметрії, визначаємо за графіком відносно наземного вибуху, як функцію висоти; $K = 0,4$;

$$E_r = 10 * K \left(\frac{1+2R}{R^3} \right) \lg(14,5q),$$

$$E_B = 5 * 10^3 * 0,4 \left(\frac{1+2*4,5}{4,5^3} \right) \lg(14,5*1000) = 913 \text{ В/м};$$

$$E_r = 10 * 0,4 \left(\frac{1+2*4,5}{4,5^3} \right) \lg(14,5*1000) = 1,83 \text{ В/м};$$

3. Визначимо максимальне очікування напруги наводок у системі електроживлення в горизонтальних U_r і вертикальних U_B лініях

$$U_r = \frac{E_r * L}{\eta} = \frac{1,83 * 100}{2} = 91,5 \text{ В};$$

$$U_B = \frac{E_B * L}{\eta} = \frac{913 * 1,5}{2} = 684,75 \text{ В};$$

В системі програмного керування верстатами

$$U_r = \frac{1,83 * 50}{2} = 45,75 \text{ В};$$

$$U_{B1} = \frac{913 * 2,0}{2} = 913 \text{ В};$$

Пульта керування

$$U_{B1} = \frac{913 * 0,05}{2} = 22,825 \text{ В};$$

4. Визначимо допустимі напруги наводок

					6261м.01.МР.09.09.ПЗ	Арк.
						134
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$U_{д1} = 380 + \frac{380}{100} 1,5 = 437 \text{ В};$$

В пульті керування

$$U_{д2} = 12 + \frac{12}{100} 1,5 = 13,8 \text{ В};$$

В розвідній електромережі

$$U_{д3} = 220 + \frac{220}{100} 1,5 = 253 \text{ В};$$

Отримані дані заносимо до табл. 9.1.

Результати оцінки стійкості ділянки механічного цеху по виробництву суднових гідро циліндрів до впливу електромагнітного імпульсу можливого повітряного ядерного вибуху

Таблиця 9.1

Елемент	Допустимі напруги наводок, U_d , В	Напруженості електричних полів, В/м		Наведені напруги в струмопровідних елементах, В		Результат впливу
		E_B	E_r	U_B	U_r	
Система живлення верстатів	437	91,3	1,83	684,75	91,5	Може вийти з ладу
Система програмного керування: - пульт керування	13,8	913	1,83	22,825	-	Може вийти з ладу
- розвідна мережа	253	913	1,83	913	45.75	Може вийти з ладу від вертикальної складової електричного поля

Аналізуючи результати оцінки стійкості механічного цеху до впливу ЕМІ можливого повітряного ядерного вибуху, робимо висновки:

1. Механічний цех за прийнятими початковими даними може опинитися в зоні впливу ЕМІ можливого повітряного ядерного вибуху. При цьому можуть вийти з ладу електродвигуни верстатів, пульт керування та блоки керування

					6261м.01.МР.09.09.ПЗ	Арк.
						135
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

верстатами. Цех нестійкий до впливу ЕМІ.

2. Для підвищення стійкості роботи цеху до ЕМІ можливого повітряного ядерного вибуху необхідно провести наступні заходи:

- кабель живлення електродвигунів верстатів екранувати, розмістивши у сталеві труби;
- на виходах до електродвигунів встановити швидкодіючі устрої для вимкнення;
- розвідні мережі системи програмного керування прокласти в сталевих трубах;
- пульт керування і блоки керування верстатами захистити екраном, екрани заземлити;
- на входах (виходах) пультів керування і блоків керування верстатами поставити швидкодіючі устрої для вимикання.

3. При проведенні вказаних заходів ЦЗ можна очікувати стійкої роботи ділянки механічного цеху по виробництву судових гідро циліндрів при НС як мирного, так і військового часу. Проведення вказаних заходів дозволить також зменшити значні матеріальні засоби так, як відновлення і заміна спалених частин електрообладнання обійдеться набагато дорожче, ніж прийняті заходи захисту.

					6261м.01.МР.09.09.ПЗ	Арк.
						136
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

Магістерська робота на тему «Удосконалення технології виготовлення корпусу компресора ($\varnothing 920$ мм; $L = 798$ мм)» розроблена відповідно до діючих стандартів ЄСТД. Деталь, що представлена в даній магістерській роботі, являє собою шток-штангу для супорта в верстаті для плазмового різання метала. Деталь виготовлена зі сталі 20 з каліброваного прокату із штампуванням на ньому технологічного хвостовика. Деталь є відповідальною і тому виготовляється з високою точністю.

Деталь проходить після чорнових операцій термообробку, що ускладнює технологічний процес. Деталь технологічна за загальними міркуваннями, але має більшу працемісткість із-за великих габаритів.

В кваліфікаційній роботі надано опис призначення деталі та характеристика матеріалу, з якого вона виготовлена, зроблено аналіз її технологічності, вибір та обґрунтування типу виробництва, розроблено технологічний процес виготовлення, а також розглянуті питання з класифікації зносостійких покриттів, нанесених на ріжучі інструменти, вакуумно-плазмові покриття (КИБ), вплив зносостійких покриттів на температуру різання, аналіз впливу зміцнення інструмента на їх ріжучі властивості. В магістерській роботі наведені розрахунки спеціальних пристосувань та ріжучого і вимірювального інструментів: фрезерувальної головки, пристосування для затискання і позиціонування деталі, конструювання комбінованого (свердло-зенкер) ріжучого інструмента, пристосування для вимірювання непаралельності напівлисок, опис схем налагодження на фрезерувальну (чорнову) і свердлильну операцію з ЧПК. Спроектована дільниця з виготовлення деталі та розраховані її техніко-економічні показники і доцільність її проектування. Наведено аналіз небезпечних та шкідливих факторів на дільниці, вимоги з техніки безпеки при роботі на токарних верстатах, розрахунок звукового тиску на робочих місцях, методи зниження шуму, аналіз впливу виробництва та технологічного процесу виготовлення деталі на довкілля та розглянуті заходи з охорони навколишнього середовища. Наведена оцінка захисту обладнання дільниці механічного цеху від електромагнітного імпульсу.

Література

1. Боженко Л.І. Технологія машинобудування Проектування та виробництво заготовок. - Підручник. – Львів, Світ, 1996. – 368 с.
2. Бондаренко С.Г. Розмірні розрахунки механоскладального виробництва. - Навчальний посібник. – Київ: ІСДО, 1993. – 544 с.
3. Бондаренко С.Г. Основи технології машинобудування. - Навчальний посібник для студентів вищих технічних навчальних закладів. – Львів, Магнолія, 2007. – 567 с.
4. Горбатюк Є.О., Мазур М.П.,Зенкін А.С., Каразей В.Д. Технологія машинобудування. - Навчальний посібник. – Львів, «Новий Світ-2000», 2012. – 358 с.
5. Довідник технолога-машинобудівника. в 2-х т. /Під заг.ред.А.Г.Косилової та Р.К.Мещерякова. – 5 вид., переробл. і доп. – Київ, Техніка, 1990. -
6. Івченко Л.І. Державні стандарти в машинобудуванні і металообробці/Л.І.Івченко, В.В.Петракін. – Харків, Компанія «Сміт», 2006. – 320 с.
7. Колкер Я.Д., Руднєв О.Н. Базування та бази в машинобудуванні. - Начальний посібник. – Київ, Вища школа, 1991. – 100 с.
8. Мельничук П.П., Боровик А.І., Лінчевський П.А. Технологія машинобудування. – Підручник для студентів спеціальностей «Технологія машинобудування», «Металорізальні верстати та системи». – Житомир, Держ.університет «Житомирська політехніка», 2009. –
9. Обробка металів різанням. Довідник технолога /Н.А.Панов, В.В.Анікін, Н.Г.Бойм та ін. Під заг.ред. А.Н.Панова. – Київ, Техніка, 1991. – 740 с.
10. Паливода Ю.Є., Дячун А.Е., Лешук Р.Я. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки. – Навчально-методичний посібник. – Тернопіль: Тернопільський нац.техн.університет ім. Івана Пулюя, 2019. – 240 с.

						Арк.
						138
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Пістун І.П., Кіт Ю.В., Березовецький А.П. Практикум з охорони праці. – Навчальний посібник. - /За заг.редк.т.н., І.П.Пістуна. – Суми, Вид-во «Університетська книга», 2000. – 207 с.

12. Руденко П.О., Харламов Ю.А. Проектування і виробництво заготовок у машинобудуванні. – Навчальний посібник. Під ред. В.М.Плескача. – Київ, Вища школа, 1991. – 247 с.

13. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні. – Навчальний посібник для машинобудівних спец.вузів. – Київ, Вища школа, 1993. – 414 с.

14. Соловійов С.М., Шумілов О.П., Івахненко М.М., Бобошко В.О., Козленко О.О. Практикум з дисципліни «Теоретичні основи технології виготовлення деталей машин». – Навчальний посібник. Під заг.ред. проф. С.М.Соловійова. – Миколаїв, НУК, 2016. – 172 с.

15. Технологія машинобудівних підприємств. - Підручник /В.Л.Дикань, Ю.Є.Калабухін, Н./Каличева та ін. За заг.ред. В.Л.Диканя. – Харків, УкрДЧЗТ, 2020. – 386 с.

16. Технологія машинобудування. Посібник-довідник для виконання кваліфікаційних робіт. – Навчальний посібник/І.І.Юрчишин, Я.М.Литвиняк, І.Е.Грицай, М.Л.Кухляк, Я.М.Кусій, В.В.Ступницький, В.А.Яцюк, А.М.Кук, Е.М.Махоркін, В.П.Свізінський. За заг.ред.І.І.Юрчишина. – Львів, Вид-во національного університету «Львівська політехніка», 2009. – 528 с.

17. Ткаченко І.Г., Капаціла Ю.Б., Паливода Ю.Є. Технологія машинобудування: Вступ до спеціальності. – Навчальний посібник. – Тернопіль, Тернопільський нац.тех.університет ім.Івана Пулюя, 2013. – 84 с.

18. Ткачук К.Н., Іванчук Д.Ф. та ін. Довідник з охорони праці на промисловому підприємстві. – ДО, Техніка, 1991.

19. Тубальцев А.М. Виробниче освітлення та його розрахунок. – навчальний посібник. – Миколаїв, УДМТУ, 2001. – 84 с.

20. Хлопенко Б.К., Шумілов О.П., Івахненко М.М., Козленко О.О. Проектування технологічних процесів обробки типових деталей. – Навчальний посібник. – Миколаїв, УДМТУ, 2003. – 56 с.

						Арк.
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		139

21. Яковенко І.Е., Пермяков О.А., Фесенко А.В. Технологічні основи машинобудування. – Навчальний посібник для студентів спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування». – Харків, НТУ «ХПУ», 2022. – 421 с.

						Арк.
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		140