

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Кафедра Механіко-машинобудівний факультет
Технологій машинобудування та матеріалознавства
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеню магістра

студента Картавенко Ілля Анатолійович
(ІПБ)

академічної групи 131М-17-1
(шифр)

спеціальності 131 Прикладна механіка
(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою Комп'ютерні технології машинобудівного виробництва
(офіційна назва)

на тему Підвищення зносостійкості різального інструменту

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	доц. Зіль В.В.			
розділів	доц. Зіль В.В.			
Аналітичний	доц. Зіль В.В.			
Технологічний	доц. Зіль В.В.			
Конструкторський	доц. Зіль В.В.			
Спеціальний	доц. Зіль В.В.			

Рецензент			
Нормоконтроль			

Дніпро
2018

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри

Технологій машинобудування та матеріалознавства
(повна назва)

В.В. Проців

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« _____ » _____ 2018 року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеню магістра
(бакалавр, спеціаліст, магістр)

студенту **Картавенко І.А.** академічної групи **131М-17-1**
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності **131 Прикладна механіка**

за освітньо-професійною програмою _____
Комп'ютерні технології машинобудівного виробництва
(офіційна назва)

на тему **Підвищення зносостійкості різального інструменту**

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від **29.11.18** № **2031-Л**

Розділ	Зміст	Термін виконання
Аналітичний	Аналіз технологічності деталей	03.09.18-27.09.18
Технологічний	Проектування технології	28.09.18-20.10.18
Конструкторський	Розробка комплексу документації	21.10.18-30.10.18
Спеціальний		30.10.18-08.12.18

Завдання видано _____
(підпис керівника)

доц. Зіль В.В.
(прізвище, ініціали)

Дата видачі **15.10.18**

Дата подання до екзаменаційної комісії **14.12.2018**

Прийнято до виконання _____
(підпис студента)

Картавенко І.А.
(прізвище, ініціали)

ЗМІСТ

	ВСТУП.....	.....
1	АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ .....	.....
1.1	Технологічний контроль робочого креслення і технічних вимог деталі «Корпус» .....	.....
2	ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ .....	.....
2.1	Технологічний процес механічної обробки корпусних деталі .....	.....
2.1.1	Вибір і економічне обґрунтування методу отримання заготовки.....	.....
2.1.2	Вибір методів обробки поверхонь деталі.....	.....
2.1.3	Вибір технологічних баз і розробка маршруту обробки деталі.....	.....
2.1.4	Визначення припусків, допусків і операційних розмірів заготовки.....	.....
2.1.5	Вибір технологічного обладнання.....	.....
2.1.6	Розробка технологічного процесу.....	.....
2.1.7	Вибір режимів різання.....	.....
2.1.8	Нормування операцій.....	.....
2.1.9	Аналіз заводського і проектного технологічного процесу обробки деталі.....	.....
3	КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	.....
3.1	Конструкція верстатного пристосування.....	.....
3.1.1	Розрахунок точності пристосування.....	.....
3.1.2	Визначення зусилля затиску .....	.....
3.2	Вибір різального інструменту.....	.....
3.3	Розрахунок виконавчих розмірів пробки - калібру для контролю .....	.....
4	СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ.....	.....
	Підвищення зносостійкості різального інструменту.....	.....
4.1	Класифікація інструментальних матеріалів і вимоги пред'являються до них.....	.....
4.2	Класифікація методів поверхневої зміцнюючої обробки ріжучого інструменту.....	.....
4.2.1	Зміцнення контактних майданчиків шляхом зміни хімічного складу поверхневого шару ріжучого інструменту.....	.....
4.3	Методологічні засади створення функціональних покриттів для ріжучого інструменту.....	.....
4.4	Основні тенденції вдосконалення покриттів для ріжучого інструменту.....	.....
4.5	Вимоги до покриттів для інструменту і умови вибору їх складу і властивостей.....	.....

					ТММ.КР.18.05.С.ПЗ			
Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Картавенко			Пояснительная записка	Лит	Лист	Листов
Пров		Зиль						
Н.контр.		Федоскина						
Утв.		Процив						
						НТУ “ДП”		

4.6	Висновок.....
5	АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ.....
5.1	Системи обмеження навантаження в свердлильних верстатах.....
	ЛІТЕРАТУРА.....
	ДОДАТОК.....

I АНАЛІТИЧНИЙ РАЗДІЛ

1.1 Технологічний контроль робочого креслення і технічних вимог деталі "Корпус"

Деталь "Корпус" – є складовою частиною насосної гвинтової установки НВУ (рис.1.1).

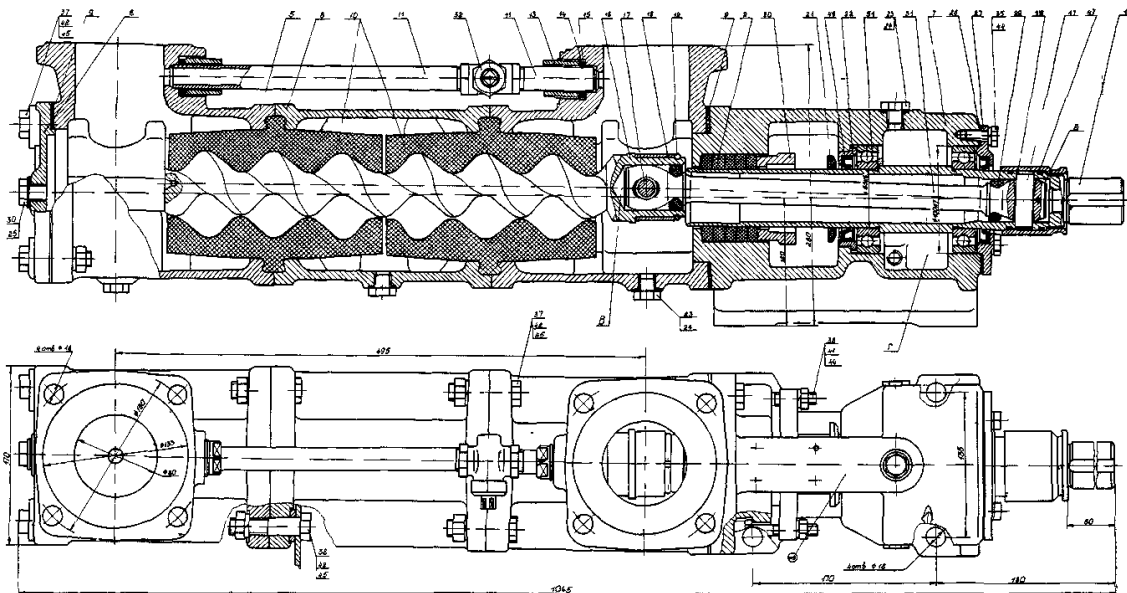


Рис.1.1 Насос гвинтовий

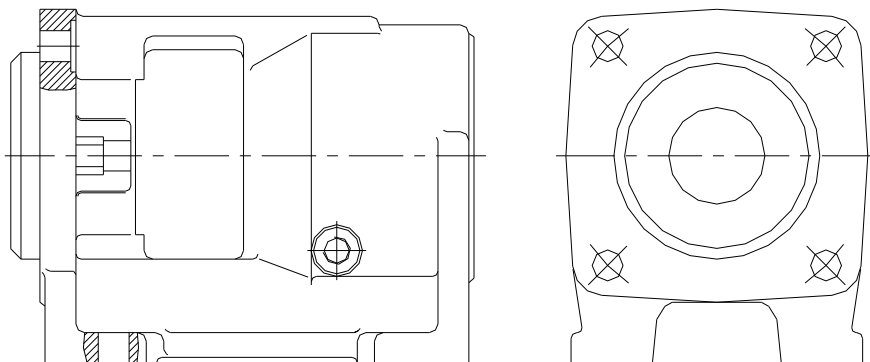


Рис.1.2 Корпус

Установка застосовується у вугледобувній промисловості для дільничного і забійного водовідливу шахт, для водовідливу з зумпфів і відсотків при провеження ухилів, похилих стовбурів і горизонтальних виробок небезпечних по газу (метану) і вугільному пилу.

«Корпус» (рис.1.2) призначений для розміщення в ньому приводного вала.

Виготовлений з сірого чавуну СЧ20 ГОСТ 1412-85, твердістю HB 180...200, заготовку отримують литтям. Пористість і раковини на готовій деталі не допускаються.

У корпусі концентрично розташовані отвори: $\varnothing 100H7$, $\varnothing 85H8$, $\varnothing 105$, $\varnothing 79H12$ и $\varnothing 56$. По торцях розташовані кріпильні отвори $\varnothing 18$ и M10-7H.

Хімічний склад % і характеристика матеріалу деталі «Корпус»

Таблиця 1.1

СЧ20 ГОСТ	σ_B , МПа	НВ	С	Si	Mn	Р	S
	20	190	3,1- 3,4	2,0- 2,1	0,6- 0,9	не более	
						0,1	0,3

Робоче креслення деталі містить:

- достатню кількість проєкцій, розривів, перехрещень необхідних для розуміння конструкції деталі;
- наявність і правильність проставлення всіх необхідних розмірів і допусків;
- вказівки до точності форми, взаємного розташування, шорсткості і твердості поверхонь;
- повноту технологічних умов;
- відповідність оформлення креслення умов **ЕСКД**.

Технологічність визначається ступенем відповідності конструкції деталі умов її виготовлення. Чим нижче матеріаломісткість, трудомісткість і собівартість виготовлення, тим вище технологічність конструкції деталі.

ДЕРЖСТАНДАРТ 2.121-73 передбачає якісну і кількісну оцінку технологічності конструкції. Відповідно с ГОСТ 2 121- 73 якісна оцінка технологічності конструкції характеризується наступними показниками: добре (допустимо), погано (неприпустимо). Якісний аналіз технологічності конструкції деталі за основними показниками виконують відповідно табл. 1.2.

Результати якісного аналізу технологічності конструкції деталі

Таблиця 1.2

№	Показники технологічності конструкції деталі	Оцінка техн - чності	
		<i>добре</i>	<i>погано</i>
1	Наявність в деталі стандартних і уніфікованих елементів	+	-
2	Можливість виготовлення деталі зі стандартних і уніфікованих заготовок (прокату, лиття, штампування і т. д.)	+	-
3	Наявність оптимальної міцності і шорсткості поверхонь деталі	+	-
4	Відповідність фізико-хімічних і механічних властивостей матеріалу, жорсткості, форми і розмірів деталі вимогам технології механічної обробки.	+	-

табл. 1.2

5	Відповідність показників базових поверхонь деталі (розміри, точність, шорсткість) вимогам установки, обробці і контролю	+	-
6	Відповідність оформлення робочого креслення деталі вимогам ЕСКД	+	-

Висновок: на підставі якісної і кількісної оцінки технологічності конструкції деталі, хімічного складу і механічних властивостей матеріалу можна зробити висновок, що деталь "Корпус" - технологічна.

					ТММ.КР.18.05.С.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технологічний процес механічної обробки корпусних деталей

2.1.1 Вибір і економічне обґрунтування методу отримання заготовки

При виборі методу отримання заготовки головним критерієм є забезпечення необхідної якості деталі при мінімальній собівартості механічної обробки.

Спосіб отримання заготовки вибираємо використовуючи базовий варіант - лиття в піщані форми - найбільш поширений і універсальний спосіб лиття і практично єдиний спосіб виготовлення великогабаритних виливків.

Формовку виробляють по дерев'яним або металевим моделям в опоках, набивають піщано - глинистими сумішами. Внутрішні порожнини утворюють стрижнями, які формувались в стрижневих ящиках з піщаних сумішей з закріп.

Точність розмірів виливки залежить від якості виготовленої форми і властивостей ливарного сплаву (відхилення від номінальних розмірів в середньому $\pm 7\%$).

Параметри шорсткості поверхні $R_z = 10 \div 40$ мкм.

Продуктивність ливарного процесу і якість виливків значно підвищуються при машинній формуванню (набивка опок за допомогою пресових, вібраційних і пескометной машин).

Визначаємо такт випуску деталей:

$$t_b = (60F_d m) / N = (60 \cdot 4015) / 4000 = 60,2 \text{ хв}$$

де F_d - річний дійсний фонд часу роботи верстата при роботі в одну зміну верстата, год.:

m - число змін роботи верстата на добу;

N - річна програма випуску деталей, штук.

Визначаємо середнє основне технологічне час на операції:

1) Чорнове розточування отвору:

$$T_{\text{ош1}} = 0,00018(d_1 l_1 + d_2 l_2 + d_3 l_3 + d_4 l_4 + d_5 l_5) = \\ 0,00018(56 \cdot 12 + 79 \cdot 60 + 85 \cdot 13 + 100 \cdot 30 + 100 \cdot 30) = 2,25 \text{ хв};$$

2) Чорнове підрізання торця

$$T_{\text{о2}} = 0,000037(d_1^2 - d_2^2) = 0,000037(145^2 - 100^2) = 0,4 \text{ хв.}$$

3) Фрезерування чорнове поверхні:

$$T_{\text{ош3}} = 0,006 \cdot l = 0,006 \cdot 247 = 1,48 \text{ хв};$$

де d - діаметр оброблюваної поверхні, мм;

l - довжина оброблюваної поверхні, мм.

$$T_{\text{ср}} = (T_{\text{ош1}} + T_{\text{ош2}} + T_{\text{ош3}}) / 3 = (2,25 + 0,4 + 1,48) / 3 = 1,38 \text{ хв.}$$

Середнє штучне час за операціями:

$$T_{\text{шт ср}} = T_{\text{ср}} / K = 1,38 / 0,25 = 5,52 \text{ хв.}$$

де K - коефіцієнт безперервності роботи верстата, $K=0,25$.

Визначаємо коефіцієнт серійності:

$$K_c = t_b / T_{\text{шт ср}} = 60,2 / 5,52 = 10,9$$

Розмір цехових накладних витрат становить для даного типу виробництва-300%.

Масу заготовки визначаємо за наближеною формулою:

$$B = Q(1 + \Pi/100) = 16,74(1 + 20/100) = 20 \text{ кг,}$$

де B- маса заготовки, кг;

Q маса деталі, кг;

Π- відсоток відходу матеріалу в стружку.

2.1.2 Вибір методів обробки поверхонь деталі

Складемо маршрут обробки поверхонь для оброблюваних поверхонь корпусних деталі, в залежності від вимог, висунутих кресленням: точності, шорсткості і ін.(табл. 2.1.1).

Таблиця 2.1.1

Поверхня	Квалітет	шорсткість, R _a мкм	Маршрут
1	2	3	4
Ø56 ^{+0,74}	14	6,3	1.Розточування чорнове 2.Розточування п/чистове
Ø79H12 ^(+0,3)	12	3,2	1.Розточування чорнове 2.Розточування п/чистове
Ø105 ^{+1,4}	15	12,5	Розточування чорнове
Ø85H8 ^(+0,054)	8	1,6	1.Розточування чорнове 2.Розточування п/чистове 3.Розточування чистове
Ø100H7 ^(+0,035)	7	1,6	1.Розточування чорнове 2.Розточування п/чистове 3.Розточування чистове
Ø120f9 ^(-0,036 -0,123)	9	3,2	1.Чернове точіння 2.П/чистове точіння
Ø18 ^{+0,43}	14	12,5	Свердління
Ø18 ^{+0,43}	14	6,3	1. Свердління 2. Зенкування
Ø26 ^{+0,52}	14	12,5	1. Свердління 2. Зенкування
Ø30 ^{+0,52}	14	12,5	1. Свердління 2. Зенкування

продолжение табл. 2.1.1

M10-7H	7	12, 5	1. Свердління 2. Нарізування різьблення
M16x1,5-7H	7	12, 5	1. Свердління 2. Нарізування різьблення
Розмір 17±0,215	14	6,3	1. Чернове підрезання 2. п/чистове підрезання
Розмір 120±0,435	12	12, 5	Фрезерування
Розмір 270 _{-1,3}	14	6,3	1. Чернове підрезання 2. п/чистове підрезання

2.1.3 Вибір технологічних баз і розробка маршруту обробки деталі

Маршрут обробки деталі представлений в табл. 2.1.2.

Таблиця 2.1.2

№	Найменування операції. модель верстата	Зміст операції	Спосіб установк и	технологіч ні бази
005	Заготівельна	Відлити і зачистити заготівлю	-	-
010	Розмічальна Розмічальна плита	Розмаїття площину підстави	-	-
015	Свердлильно-фрезерна. Верстат моделі 2254ВМФ4	Фрезерування площини підстави. Обробка 4-х отв. Ø18 ^{+0,43}	Спец. пристос ування	Поверхні торців
020	Горизонтально-розточна Верстатмод. 2620ВФ1	Розточити отв.: Ø56 ^{-0,74} , Ø79Н12, Ø105, Ø85Н8, Ø100Н7. Подрізка торцов. Обробка отв. Ø18, Ø30, М10-7Н и М16x1,5-7Н	Спец. пристос ування	Поверхня підстави
025	Сверлильная. Верстат мод. 2254ВМФ4	Свердління, зенкування, нарізка різьблення М16x1,5-7Н	Спец. пристос ування	Поверхня підстави
030	Слюсарна Верстат	Зачистити задирки	-	-
035	Контрольна Стіл ОТК	Контроль розмірів	-	-

2.1.4 Визначення припусків, допусків і операційних розмірів заготовки

Для розрахунку припусків на обробку приймаємо аналітичний метод для по-
поверхні $\varnothing 100H7^{(+0,035)}$, для інших поверхонь за таблицями наведеним в довідковій
літературі і методичному вказівці з проектування литої заготовки. Розрахунково-
аналітичний метод визначення припусків на обробку, базується на аналізі чинників,
що впливають на припуски попереднього і виконуваного переходів технологічного
процесу обробки поверхні. Значення припуску визначається методом
диференційованого розрахунку за елементами,
складовим припуску.

Результати припусків зводимо в карту розрахунків припусків, таблиця 2.1.3.
Статичний (табличний) метод визначення міжопераційних припусків состоїть в тому,
що за спеціальними таблицями нормативів вибирають загальний припуск на кожну
поверхню деталі, отримуючи, таким чином, розмір заготовки. Розрахунок починають з
останнього переходу обробки, значення найменших
рекомендованих припусків вибираємо з довідника і методичних вказівок
«Проектування литої заготовки».

					ТММ.КР.18.05.С.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Конструкція верстатного пристосування

Для чорнового і чистового розточування концентричних отворів, нарізування метричної різьби М16х1,5-7Н (операція 020) спроектовано спеціальне верстатне пристосування для установки деталі «Корпус» на столі верстата. Расточная операція (020), виконується на горизонтально-розточувальному верстаті моделі 2620ВФ1.

За основу розробки пристосування прийнятий укорочений гідроциліндр двосторонньої дії 7021-0221 ГОСТ19900-74. Основними перевагами застосування гідроприводу для закріплення заготовок є їх легкість, швидкість, сталість сили затиску, дистанційне керування зажимами.

Розроблене пристосування складається з корпусу - підстави на якому встановлюється обробляється деталь. Корпус (поз. 1) являє собою зварену конструкцію (можлива виливок) з порожнистими внутрішньою поверхнею. У середині корпусу розташовані вушка, на яких закріплені два гідроциліндра. До штоку гідроциліндра, за допомогою осі і гайки прикріпленій пово-ротний важіль (поз. 3).

Для орієнтації деталі на пристосуванні є установчий (поз. 4) і ромбічний (поз. 5) пальці. На столі верстата пристосування кріпиться болтами, а шпонками (поз. 11) координується паралельно пазів столу.

3.1.1 Розрахунок точності пристосування

Проектована верстатне пристосування повинно забезпечувати задану точність, забезпечувати умові:

$$\varepsilon < [\varepsilon],$$

де ε - дійсна похибка пристосування, мкм;

$[\varepsilon]$ – допустима величина похибки пристосування, мкм.

Допустиму величину похибки, з достатньою для інженерних розрахунків точністю, можна визначити за формулою:

$$[\varepsilon] = T_d - K_v \omega = 435 - 0,8 \cdot 230 = 205 \text{ мкм.}$$

де T_d - допуск на виконуваний розмір пристосування, $T_d = 435$ мкм;

$K_v = 0,6 - 0,8$ - коефіцієнт посилення;

ω - середньо економічна точність даного виду обробки - розточування різцем, $\omega = 230$ мкм.

Допустима дійсна похибка визначається за формулою:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_0^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_n^2} = \sqrt{0^2 + 6,9^2 + 0^2} = 6,9 \text{ мкм}$$

де ε_0 - похибка базування. При суміщенні конструкторської та технологічної баз похибка базування дорівнює нулю.

ε_3 – похибка закріплення;

ε_n – похибка положення, $\varepsilon_n = 0$.

Похибка закріплення

ТММ.КР.18.05.С.ПЗ

Лист

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

$$\varepsilon_3 = [(K_{Rz} \cdot R_z + K_{HB} \cdot HB) + C_1] \cdot \left(\frac{Q}{9,8}\right)^n \cdot \frac{1}{F^m} =$$

$$= [(0,004 \cdot 60) + (-0,0016 \cdot 190) + (0,4 + 0,012 \cdot 10)] \cdot \left(\frac{4635}{9,8}\right)^{0,7} \cdot \frac{1}{10^{0,7}} = 6,9 \text{ мкм}$$

де HB – твердість матеріалу заготовки, HB = 190;

Q – сила, що діє по нормалі до опори, Н;

F – площа контакту опори з заготівлею, см²;

R_z – параметр шорсткості поверхні заготовки, мкм, R_z = 60 мкм (R_a = 12,5);

C₁ = 0,4 + 0,012 · F

Т.к. 6,9 < 205 то умова виконується.

3.1.2 Визначення зусилля затиску

В процесі виконання операції 020, в залежності від виконуваного переходу, можуть виникати сили, які прагнуть зрушити заготівлю, різні за величиною.

Виконаємо два порівняльних розрахунку, для визначення зсувного зусилля, при розточування отвору Ø85 (перехід 11) і свердлінні отвору Ø14,43 (перехід 24).

Перехід 11. Розточити начорно отвір до Ø84,4^{+0,35} на прохід.

1. Глибина різання t = 1,5 мм.

2. Подача S = 0,5 мм/об.

3. Швидкість різання

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{243}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,5^{0,4}} \cdot 0,8 = 106 \text{ м/хв}$$

де V – швидкість різання, м/хв;

C_v – коефіцієнт у формулі швидкості різання, C_v = 243;

T – середнє значення стійкості різця, T = 60 хв;

x = 0,15, y = 0,4, m = 0,2 – показники ступеня у формулі швидкості різання;

K_v – коефіцієнт, що враховує механічні властивості матеріалу заготовки, стан поверхні заготовки і матеріал ріжучої частини інструменту;

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv} \cdot K_{\phi} = 1 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 = 0,8$$

де K_{Mv} – коефіцієнт, що характеризує механічні властивості матеріалу;

$$K_{Mv} = (190/HB)^n = (190/190)^{1,25} = 1$$

K_{nv} = 0,8 – коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки (кірка);

K_{iv} = 1 – коефіцієнт, що враховує вплив інструментального матеріалу;

4. Частота обертання

$$n = 1000V / \pi \cdot d$$

$$n = 1000 \cdot 106 / 3,14 \cdot 81,4 = 400 \text{ об/хв.}$$

За паспарту верстата, приймаємо n = 400 хв⁻¹.

5. Сила різання

$$P_z = 10 \cdot C_{pz} \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 92 \cdot 1,5^1 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 106^0 \cdot 1 = 814 \text{ Н}$$

де	P _z – сила різання, Н;				
	C _{pz} – коефіцієнт у формулі сили різання, С _{pz} = 92;				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист

СММЖР.18.05.С.ПЗ

$x = 1,0; y = 0,75; n = 0$ – показники ступеня у формулі сили різання;

$$K_p = K_{\mu p} K_\phi K_{\gamma p} K_\lambda = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

де $K_{\mu p}$ - поправочний коефіцієнт що враховує вплив якості оброблюваного матеріалу на силові залежності

$$K_{\mu p} = (HB/190)^n = (190/190)^{0,4} = 1,0$$

$K_\phi = 1; K_{\gamma p} = 1; K_\lambda = 1.$

Перехід 24. Свердлити отв. $\varnothing 14,43$ на прохід

1. Глибина різання $t = 7,215$ мм.

2. Подача $S = 0,28$ мм/об.

3. Швидкість різання

$$V = \frac{C \cdot D^g}{T^m \cdot S^y} k_v = \frac{14,7 \cdot 14,43^{0,25}}{60^{0,125} \cdot 0,28^{0,55}} \cdot 1 = 36 \text{ м/хв.}$$

4. Частота обертання

$$n = 1000V / \pi \cdot d .$$

$$n = 1000 \cdot 36 / 3,14 \cdot 14,43 = 800 \text{ об/хв.}$$

За паспарту верстата, приймаємо $n = 800 \text{ хв}^{-1}$.

5. Осьова сила при свердлінні

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^g \cdot s^y \cdot k_p = 10 \cdot 42,7 \cdot 14,43^1 \cdot 0,28^{0,8} \cdot 1 = 2225 \text{ Н}$$

де $C_p = 42,7; g = 1; y = 0,8; k_p = k_{mp} = 1.$

Т.к. $P_o > P_z$, то для визначення зусилля затиску заготовки, приймаємо найбільше зусилля, тобто P_o .

Виходячи з умови рівноваги системи, зусилля притиску дорівнюватиме

$$P_z = Q = \frac{k_3 \cdot P_o}{2(f_1 + f_2)} = \frac{1,5 \cdot 2225}{2(0,16 + 0,2)} = 4635 \text{ Н}$$

де $k_3 = 1,5$ – коефіцієнт запасу;

$f_1 = 0,16$ – коефіцієнт тертя в зоні контакту: деталь-опора;

$f_2 = 0,2$ – коефіцієнт тертя в зоні контакту: прихват-деталь;

Зусилля на штоку гідроциліндра, визначимо з рівняння рівноваги моментів, щодо точки обертання передавального важеля

$$P_{шт} = P_z \cdot \frac{l_1}{l_2} = 4635 \cdot \frac{7,5}{22,3} = 1558 \text{ Н}$$

де $\frac{l_1}{l_2}$ - відношення плечей важеля.

Робочий тиск в поршневій порожнини гідроциліндра

$$p = \frac{4P_{шт}}{\pi D^2} = \frac{4 \cdot 1558}{3,14 \cdot 0,04^2} = 1240445 \text{ Па} \approx 1,2 \text{ МПа}$$

тут $D = 40$ мм – діаметр поршня гідроциліндра.

3.2 Вибір різального інструменту

Зенковка зворотна автоматична (рис.3.1) застосовується на операції 020 для обробки опорних поверхонь отворів з боку, протилежного торця шпинделя.

									Лист	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТММ.КР.18.05.С.ПЗ					

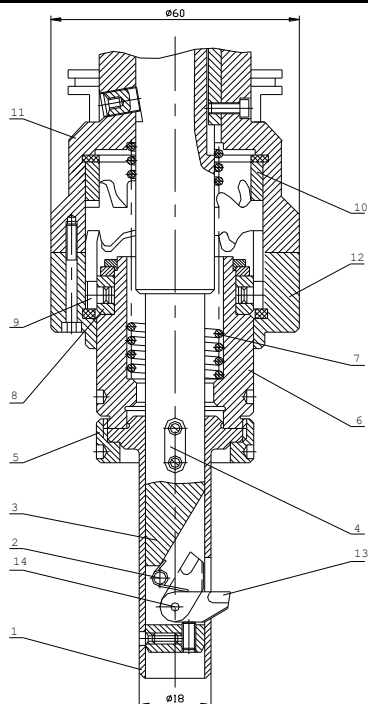


Рис.3.1 Зенковка зворотна автоматична

Зенковка включає корпус 11, до якого прикріплений фланець 12. У корпусі закріплен змінний хвостовик 3, в якому на осі 14 розміщений поворотний різець 13. На хвостовик 3 по шпонке 4 надіта змінна обойма 1 яка за допомогою гайки 5 приєднується до повзуна 6, має можливість у взаємодії з пружиною 47 переміщатися по циліндричній посадці H7 / f7 уздовж зенковки. На повзуні 6 розташована втулка 8, на якій рівномірно розташовані шість шипів 9. Шипи 9 входять в пази фланця 12, що має на торці 12 зубів, між якими розташовані западини у вигляді полуциліндрів з радіусом, рівним ра-Діус шипів. Проти зубів фланця 12 розташовані зі зміщенням 15° зуби вінця 10.

У робочому положенні ріжуча кромка різця 13 розташована перпендикулярно до осі зенковки і утримується в цьому положенні пружиною 2. Після закінчення підрізування торця зенковку переміщують в бік оброблюваної деталі. Після того як гайка 5 упреться в деталь, повзун 6, стискаючи пружину 7, переміщує шипи 9 до їх виходу з пазів фланця 12. Зуби вінця 10 направляють шипи 9 у западини фланця 12. І всі рухомі частини зенковки фіксуються в крайньому, найближчому до корпусу 11 положенні. При цьому обойма 1 повертає (стискаючи пружину 2) різець 13 навколо осі 14 і утримує його в пазу хвостовика 3. В такому положенні зенковки може бути залучена з отвору оброблюваної деталі.

Для підрізування наступного торця зенковку вводять в отвір з упором в деталь до тих пір, поки шипи 9 вона не перейшла з западин в пази фланця 12. Обойма 1 переміститься в крайнє, далеко від корпусу положення, і різець 13 під дією пружини 2 висунеться в вікно обойми.

жени 2 висунеться в вікно обойми.

3.3 Розрахунок виконавчих розмірів пробки - калібру для контролю розміру Ø100H7

Вихідні дані:				ТММ.КР.18.05.С.ПЗ і граничні відхилення Ø100 H7 (H7/k8)	Лист
Номінальні посадочні розміри	№ докум.	Подп.	Дата		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

Рішення:

1. Граничні розміри отвору в деталі: $D_{\max} = 100,035$ мм , $D_{\min} = 100,000$ мм

2. Дані для розрахунку калібру пробки складають:

- допуск на виготовлення калібру - пробки- $H = 5$ мкм;
- відхилення середини поля допуску прохідного калібру - пробки щодо найменшого граничного розміру отвори- $z = 4$ мкм;
- допустимий вихід розміру зношеного калібру - пробки за кордон поля допуску отвору $y = 3$ мкм

3. Розміри калібру - пробки для контролю отвори: найбільший розмір прохідного нового калібру - пробки

$$PR_{\max} = D_{\min} + z + H/2 = 100,000 + 0,004 + 0,005/2 = 100,0065 \text{ мм}$$

Виконавчий розмір прохідного калібру - пробки

$$PR = PR_{\max-H} = 100,0065_{-0,005} \text{ мм.}$$

найменший розмір зношеного прохідного калібру – пробки

$$PR_{\text{зн}} = D_{\min} - y = 100,000 - 0,003 = 99,997 \text{ мм}$$

найбільший розмір непрохідного нового калібру – пробки

$$NE_{\max} = D_{\max} + H/2 = 100,035 + 0,005/2 = 100,0375 \text{ мм}$$

виконавчий розмір непрохідного калібру – пробки

$$NE = NE_{\max-H} = 100,0375_{-0,005} \text{ мм.}$$

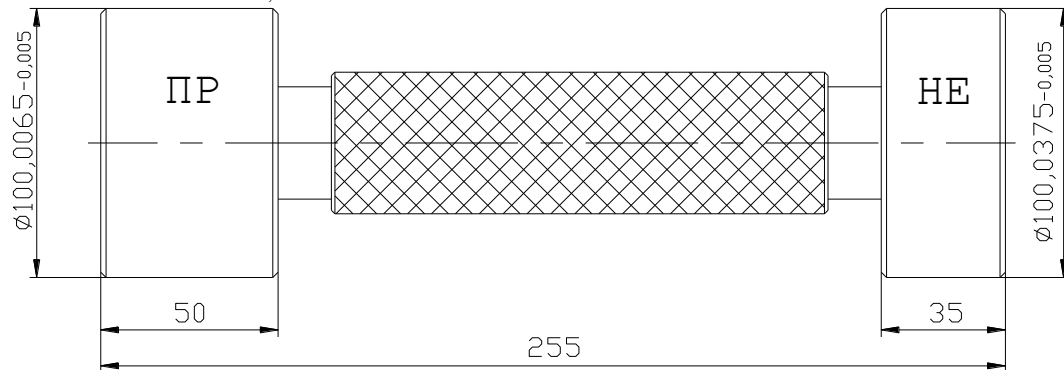


Рис.3.2. Калібр - пробка на розмір $\text{Ø}100\text{H}7(^{+0}$.

					ТММ.КР.18.05.С.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

4 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

Підвищення зносостійкості різального інструменту

4.1 Класифікація інструментальних матеріалів і

вимоги, що пред'являються до них

Для виготовлення ріжучих інструментів застосовується широка номенклатура інструментальних матеріалів, які підрозділяється на чотири основні групи

(Мал. 4.1).



Мал. 4.1 Класифікація інструментальних матеріалів

В процесі обробки металів різанням робочі поверхні інструментів зазнають інтенсивного впливу високих контактних тисків і темпів ратури, а взаємодія з оброблюваним матеріалом і реагентами з

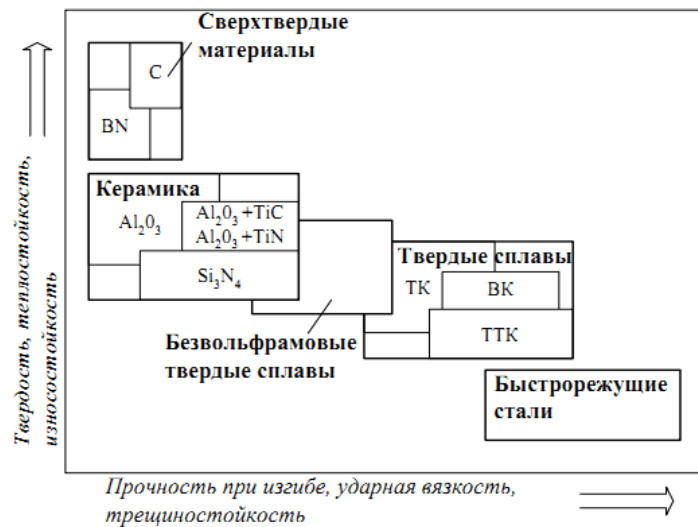
довкілля призводить до протікання інтенсивних фізико-хімічних процесів - адгезії, дифузії, окислення. Щоб інструменти могли опору тівляться цим процесам і чинним на них навантаженням, інструментальні матеріали повинні відповідати наступним вимогам:

- мати достатню механічну міцність при вигині, розтягуванні і крученні, а також ударною в'язкістю;
- висока теплостійкість інструментального матеріалу;
- володіти високою зносостійкістю;
- володіти достатньою теплопровідністю;
- низька фізико-хімічна активність інструментального матеріалу по відношенню до оброблюваного;
- технологічність;
- економічність.

Введення великої кількості дорогих легуючих елементів (вольфрам, кобальт і т.д.) істотно збільшує вартість інструментальних матеріалів.

Таким чином, фізико-механічні, теплофізичні і кристаллохімічні властивості інструментального матеріалу сильно впливають на працездатність

механізм зношування в іншій, знижувати інтенсивність зношування контактних майданчиків інструменту. Однак біль-шинство фізікомеханічних і теплофізичних властивостей інструментального матеріалу неоднозначні, так як поліпшення одного з них, як правило, веде до погіршення інших за законом експоненти (мал.4.2).



Мал. 4.2 Класифікація інструментальних матеріалів за їх властивостями

4.2 Класифікація методів поверхневої зміцнюючої обробки ріжучого інструменту

В даному розділі класифікаційної роботи (КР) розглядаються методи, пов'язані з впливом на робочі поверхні різального інструменту концентрованих потоків енергії - іонного пучка, лазерного променя і ін., А також різного деформаційного впливу. Такі класичні методи хіміко-термічної обробки, як, наприклад, азотування, Низькотемпературное ціанування, нітроцементация, Карбонітрація в печах або соляних ваннах, які використовуються у вітчизняній інструментальній промисловості протягом вже декількох десятиліть, розглядатися не будуть.

Все різноманіття використовуються в інструментальному виробництві методів поверхневої зміцнюючої обробки можна розділити на 5 груп: деформаційне вплив; термічний вплив; поверхневе легівання; нанесення покриттів; комбінована обробка.

Методи, що відносяться до різних груп, роблять різний вплив на поверхню і поверхневий шар ріжучого інструменту. При деформаційному впливі відбувається наклеп поверхневого шару ріжучого інструменту, змінюється його геометрія і енергетичний запас. Результатом термічного впливу на поверхневий шар інструменту є зміна його структури, при цьому його хімічний склад залишається незмінним.

Поверхневе легування змінює хімічний склад і, як правило, структуру поверхневого шару ріжучого інструменту. При нанесенні покриттів на поверхні ріжучого інструменту відбувається формування тонкої плівки. На рис.4.3 представлено наближене процентне співвідношення між різними групами методів поверхневої зміцнюючої обробки, що застосовуються при виробництві ріжучого інструменту.

					ТММ.КР.18.05.С.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

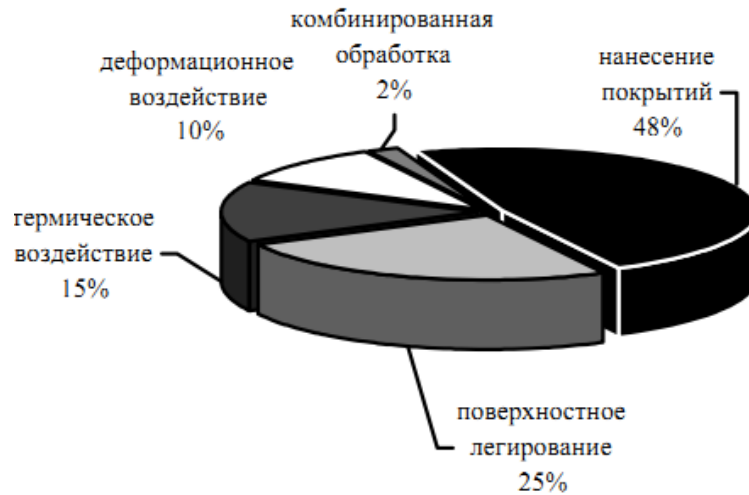


Рис. 4.3 Частка різних груп методів нанесення покриттів і модифікації поверхні в інструментальному виробництві
 Аналіз існуючих зміцнюючих методів, дозволяє зробити висновок про перспективність поверхневого легування (25%) і нанесення покриттів (48%).

4.2.1 Зміцнення контактних майданчиків шляхом зміни хімічного складу поверхневого шару ріжучого інструменту (Поверхнєве легування)

Іонну Азотування. Серед різноманіття існуючих методів поверхневого легування найбільшого поширення при виробництві інструментів з швидкорізальних сталей отримала хіміко-термічна обробка. До хімікотерміческой обробці ріжучого інструменту відносяться технології дифузійного насичення його поверхневого шару різними елементами - С, N, O, B та ін. (Цементация, азотування, нитроцементация оксидирування, борирование і ін.). Вибір того чи іншого методу хіміко-термічної обробки обумовлений вимогами, що пред'являються до поверхневого шару інструменту, теплостійкість інструментального матеріалу і ін. Зазначені процеси, як правило, є заключною операцією в технологічному ланцюжку виготовлення ріжучого інструменту. Вплив їх на фізико-механічні властивості і експлуатаційні показники інструментів приблизно однаково. В результаті хіміко-термічної обробки формується поверхневий шар високої мікротвердості, теплостійкості, виникають корисні стискають напруги і зменшується адгезионное взаємодія з оброблюваним матеріалом.

Міцність ріжучого інструменту визначаються при цьому властивостями основного інструментального матеріалу.

З усіх процесів хіміко-термічної обробки найбільш універсальним і придатним для всіх теплостійких інструментальних сталей є азотування. Існує досить велика кількість різновидів цього процесу (мал. 4.4).

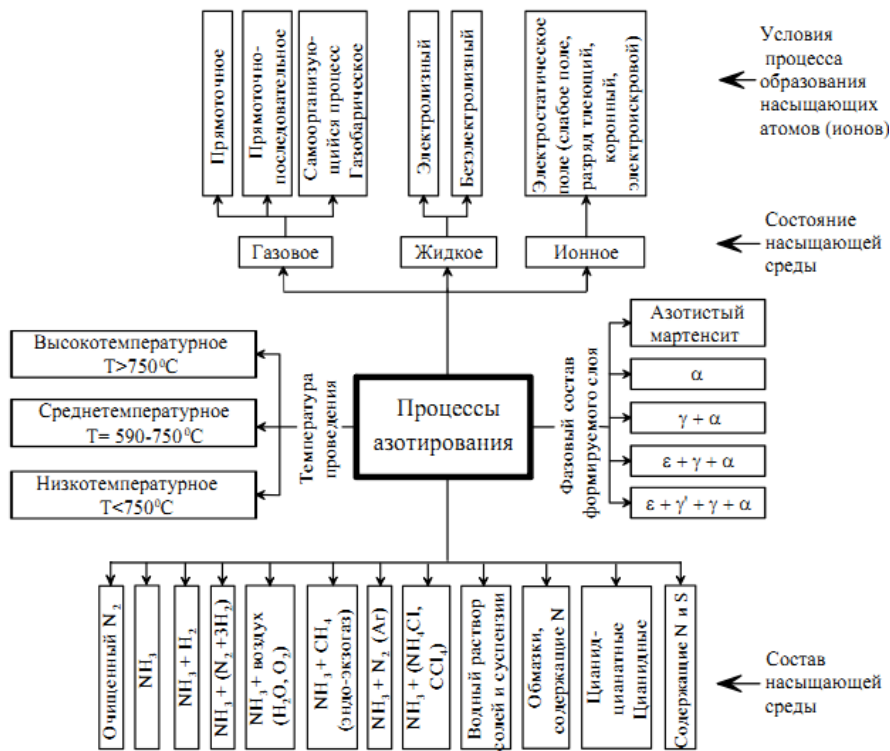


Рис.4.4 Класифікація процесів дифузійного насичення поверхні інструменту азотом

У вітчизняній інструментальній промисловості були поширені процеси газового і рідкого азотування, які виконувалися в спеціальних печах або соляних ваннах. Останнім часом досить широкого поширення набув процес дифузійного насичення поверхні інструменту азотом з використанням низькотемпературної плазми - іонну (полум'яне) азотування.

Використанням низькотемпературної плазми більш вигідно, тому що швидкість обробки в порівнянні зі звичайним азотуванням зростає в 2-5 рази за рахунок прискорення дифузійних процесів і зменшення кількості підготовчих операцій, знижується температура нагріву інструментів, є можливість регулювання фазового складу шляхом зміни технологічних режимів, відсутня викривлення оброблюваних інструментів. Крім того, ці процеси є нетоксичними і екологічно чистими.

Іонну Азотування полягають в насиченні поверхні ріжучого інструменту азотом що дозволяє доводити загальну товщину азотированного шару до 200 ... 300 мкм.

Процеси іонного азотування виконуються на обладнанні, що реалізує дві форми газового розряду - тліючого (отримало найбільше промислове поширення) і вакуумно-дугового.

Іонну Азотування в тліючому розряді. Технологічний процес іонного азотування в плазмі тліючого розряду полягає в наступному (мал. 4.5).

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

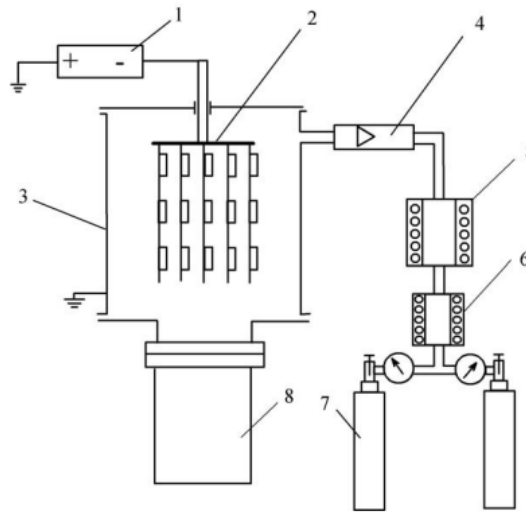


Рис.4.5 Принципова схема установки для іонного азотування в тліючому розряді:

- 1 - джерело живлення; 2 - навішування з робочою виробами;
 3 - вакуумна камера; 4 - ротаметр; 5,6 - фільтри; 7 - балони з газом;
 8 - форвакуумних насос

Після герметизації камери вакуумним насосом відкачується повітря до тиску 2-4 Па. Потім залишки повітря з камери видаляються 2-3-кратної продувкою її робочим газом з балонів при тиску 103 Па і відкачуванням до вихідного тиску. Робочий газ перед надходженням в камеру очищається фільтрами від вологи і кисню. Далі до інструментів (катода) і внутрішньої поверхні заземленою робочої камери (анода) подається напруга від джерела постійного струму, яке плавно підвищується приблизно до 1000 В. При цьому тиск в камері збільшується до 10 Па і між катодом і анодом збуджується тліючий розряд, іонізуючий газову середу. На цій стадії здійснюється катодного розпилення. Іони газу, бомбардуючи поверхні інструментів, очищають їх від можливих забруднень і оксидів і таким об-разом готують до азотування. Потім починається друга стадія процесу – азотування.

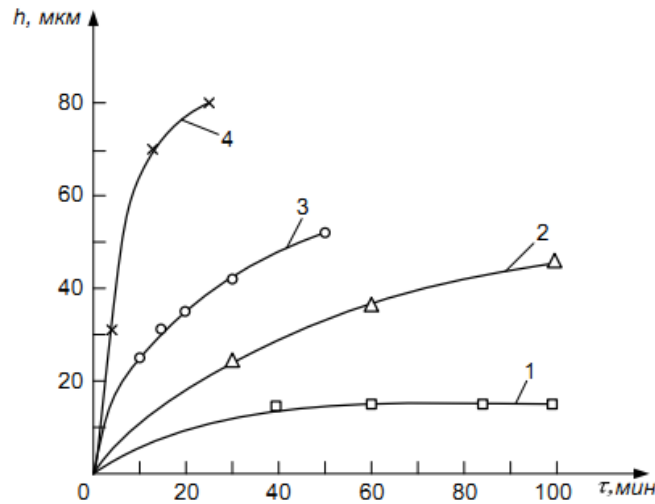
Плавно підвищуючи тиск газового середовища в робочій камері і силу струму, інструменти нагрівають до заданої температури. При цьому робоча напруга становить 350-550 В. У цій області тисків тліючий розряд володіє двома особливостями: основне падіння напруги відбувається в прикатодной області протяжністю від доль до декількох міліметрів і в певному діапазоні щільність струму по всій поверхні катода підтримується практично однаковою. Завдяки цьому вдається забезпечити рівномірне нагрівання і насичення легуючими елементами великого числа інструментів навіть складного профілю. Після закінчення технологічної витримки виробляють охолодження виробів в вакуумі або в потоці газу.

Основними характеристиками азотированного шару, які піддаються оптимізації для конкретно взятих умов експлуатації інструменту, є товщина, мікротвердість і фазовий склад.

При іонному азотуванні температуру насичення швидкорізальної сталі вибирають таким чином, щоб вона не перевищувала температуру її відпустки. Тому іонну Азотування широко застосовується сталі Р6М5 проводять в інтервалі 400 ... 550

Г.					ТММ.КР.18.05.С.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Вплив тривалості ізотермічної витримки на товщину шару при різних температурах в зазначеному інтервалі показано на мал. 4.6.



Мал.4.6 Кінетика іонного азотування сталі Р6М5:
1, 2, 3, 4,5 – температура процесу відповідно 400, 450, 500 и 550 °С

Кінетика іонного азотування підпорядковується параболічного закону. При низькій температурі (400 °С) збільшення тривалості азотування понад 1ч практично не призводить до помітного зростання дифузійної зони.

Застосування іонного азотування дозволяє істотно підвищити період стійкості швидкоріжучого інструменту (в 2 - 2,5 рази).

Азотування в вакуумно-дугового розряді. Вакуумно-дугового розряд, який може бути використаний для проведення процесу іонного азотування, є несамостійний дугового газовий розряд, емітером електронів для підтримки якого служить вакуумно-дугового випарник, відокремлений від робочого об'єму вакуумної камери екраном, що не-проникним для частинок випаруваного металу, і пропускає газ і електрони. Струм дугового розряду становить кілька десятків або сотень ампер, а діапазон тисків, при яких він існує, становить 0,01 ... 1 Па, що значно нижче тисків газу в тліючому розряді.

На мал. 3.5 представлена найпростіша схема установки для азотування з використанням двоступеневого вакуумно-дугового розряду.

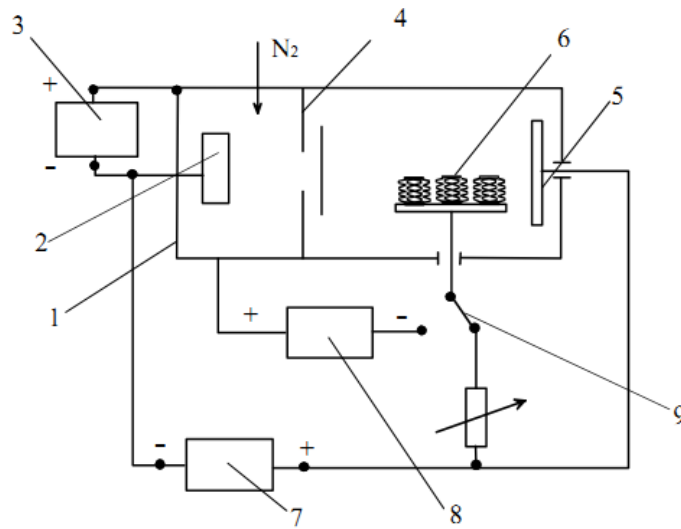


Рис. 4.7 Принципова схема установки для азотування інструменту в плазмі вакуумно-дугового розряду:
 1 - вакуумна камера; 2 - вакуумно-дугового випарник;
 3, 7, 8 - джерела живлення; 4 - екран; 5 - додатковий анод;
 6 - інструменти; 9 – перемикач

Змінюючи основні технологічні режими азотування - температуру, тривалість процесу і склад газової суміші - можна регулювати фазовий склад, товщину і мікротвердість шару.

Для розведення азоту можливе використання практично будь-якого інертно-го газу, але якщо виходити з економічних міркувань, найбільш підходящим є аргон.

Залежність товщини азотированного шару від тривалості процесу підпорядковується параболічного закону, що характерно для дифузійних процесів насичення. При цьому необхідно зазначити, що за порівняно короткий час 50-70 хв в інтервалі температур 420-510°C формується азотірова шар дуже великої товщини (до 90-175 мкм).

Мікротвердість і товщина азотированного шару при азотуванні в вакуумнодуговом розряді за величиною аналогічні тим, що мають місце при азотуванні в тліючому розряді, які були розглянуті вище. Головною ж відмінністю є те, що при азотуванні з використанням плазми вакуумно-дугового розряду формуються дуже великі по товщині шари, які неможливо отримати за відповідний час жодним іншим відомим способом, включаючи азотування в тліючому розряді.

Виробничий досвід експлуатації інструменту після іонного азотування в плазмі вакуумно-дугового розряду показує, що при проведенні азотування по оптимальних режимів, стійкість швидкоріжучого інструменту може бути збільшена в 1,5-3,5 рази в порівнянні з інструментами без азотування.

Іонна імплантація. В основі іонної імплантації інструменту лежить впровадження в його поверхневий шар прискорених іонізованих атомів легуючого речовини (титану, хрому, азоту та ін.). Цей метод поверхневої обробки може

імплантації в поверхневому шарі опромінюється матеріалу утворюються радіаційні дефекти, які призводять до зміни таких властивостей матеріалу, як мікротвердість, міцність, пластичність, теплопровідність, електричний опір.

Даний метод поверхневого зміцнення є універсальним по спектру легуючих елементів, оброблюваних матеріалів і діапазону концентрацій елементів в легованому шарі інструментального матеріалу. Крім того, імплантований шар не змінює розмірів ріжучого інструменту і не відшаровується, як це може відбуватися з покриттями.

Однак на відміну від тих же покриттів, іонна імплантація не отримала повсюдного поширення в інструментальному виробництві, що пов'язано з високою вартістю імплантационного обладнання і його досить низькою продуктивністю. Зазначені недоліки особливо проявляються при необхідності імплантації шарів великої товщини. Тому іонна імплантація, в першу чергу, застосовується в мікроелектроніці, медицині та інших областях, де часто потрібно формування ультратонких ($\sim 0,01 \dots 1$ мкм) і нанорозмірних структур.

Існують два різні способи іонної імплантації - іоннолучева і плазменно-імерсійна. У першому випадку імплантація здійснюється на спеціальних прискорювачах при скануванні поверхні оброблюваного інструменту прискореним іонним променем з енергіями до 5 МеВ. У другому випадку імплантація відбувається при зануренні інструменту в плазму (тіючого, вакуумно-дугового і ін. Розрядів) і подачі на нього імпульсів того або іншого потенціалу. При цьому значення енергій іонів, як правило, не перевищує 100 кеВ.

На відміну від іонно-променевої плазменно-імерсійна імплантація (мал.4.8) не вимагає вилучення іонів з плазмового емітера, фокусування, транспортування, сканування та інших операцій. При розміщенні в заповненій плазмою камері будь-якого виробу складної геометричної форми та подачі на нього імпульсу високої напруги негативної полярності вся його поверхня одночасно обробляється іонами, прискорює в шарі між плазмою і виробом. Завдяки цьому даний метод є більш дешевим і більш продуктивним. Найсерйознішим недоліком плазменно-иммерсионной імплантації, що перешкоджає її широкому промислового освоєння, є небезпечне рентгенівське випромінювання, порушену вторинними електронами з енергією 50 - 100 кеВ.

					ТММ.КР.18.05.С.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

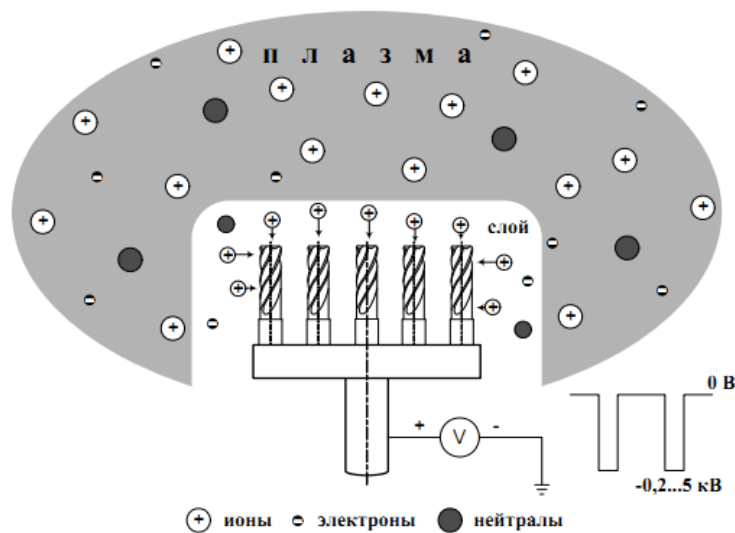


Рис. 4.8 Принципова схема процесу плазмово-іммерсійної імплантації ріжучого інструменту

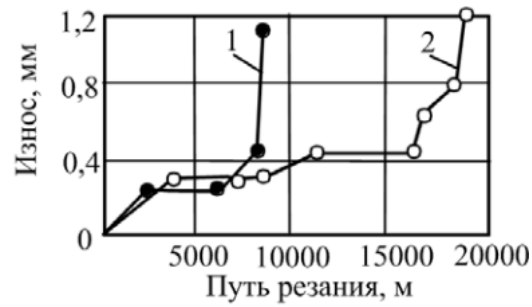
Зміцнення інструментальних матеріалів при іонній імплантації пов'язано зі зміною субструктури і фазового складу поверхневих шарів. Металлофізическі дослідження поверхні імплантованого інструменту зі швидкорізальної сталі показують, що мікроструктура облученої сталі Р6М5 різко відрізняється від вихідної. При опроміненні даної сталі в імпульсному режимі модифікований шар складається з трьох зон: перша (товщиною 2 ... 5 мкм) містить рекристалізований матеріал, друга (товщиною 10 ... 20 мкм) - підвищену частку мартенситної компоненти, а третя (товщиною 20. ..30 мкм) - має аустенитну структуру.

Як показує проведений аналіз, для швидкоріжучого інструменту, зокрема зі сталі Р6М5, найбільш перспективним є опромінення їх іонами вуглецю з високими (200 ... 600 кеВ) енергіями в імпульсному режимі і іонами вуглецю, алюмінію і вольфраму з меншими енергіями (до 40 кеВ) в стаціонарному режимі при дозах опромінення порядку 10^{18} іон / см^2 .

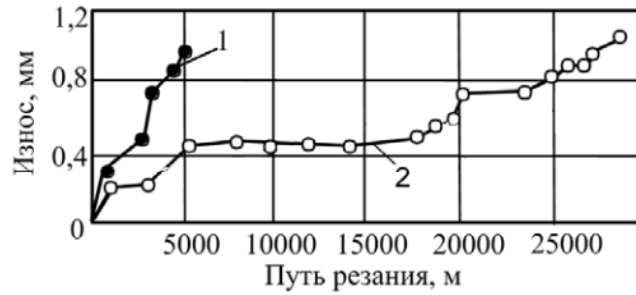
У твердосплавних матеріалах на основі карбиду вольфраму опромінення призводить, перш за все, до зміни дислокаційної структури, збільшення щільності дислокацій, подрібнення блоків мозаїки, появи дислокаційних петель.

Застосування іонної імплантації дозволяє істотно зменшити інтенсивність-ність зношування твердосплавного інструменту. Найбільш ефективним способом є опромінення іонами інертного газу (наприклад, гелію). На мал. 4.9 представлені результати стійкостних випробувань токарних різців, оснащених неперетачиваючої пластинами з твердих сплавів ВК8, Т5К10 і Т15К6, імплантованих іонами гелію та аргону з енергіями еВ 400 і дозами 10^{21} іон / см^2 . З представлених даних видно, що період стійкості опромінених твердосплавних пластин у всіх випадках істотно вище в порівнянні з неопроміненими.

					а) ТММ.КР.18.05.С.ПЗ		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			



б)



в)

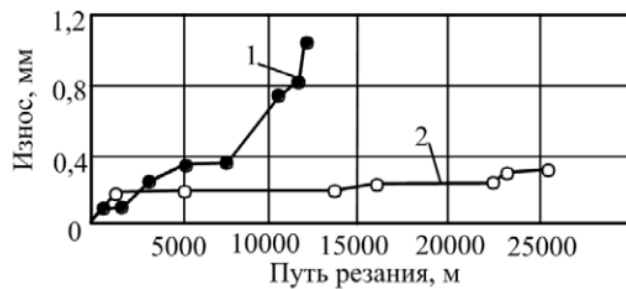


Рис. 4.9 Залежність зносу по задній поверхні від шляху різання вихідних (1) і імплантованих гелієм (2) пластин з твердих сплавів VK8 (а), Т5К10 (б) і Т15К6 (в):

$V = 120 \text{ м / хв}; t = 1 \text{ мм}; S = 0,12 \text{ мм / об}$

Ионная имплантация может быть использована для повышения работоспособности пластин из режущей керамики. Имплантация высокоэнергетических ионов Ti, Zr, Cr, N и Al приводит к образованию в поверхностном слое таких пластин новых соединений или твердых растворов, обладающих увеличенным объемом по сравнению с объемом керамического материала. Высокая плотность внедренных ионов создает в приповерхностных слоях керамики сжимающие напряжения, распространяющиеся на достаточно большую глубину. Возникновение сжимающих напряжений в приповерхностном слое тормозит образование и распространение трещин, что и приводит к росту прочности при изгибе и трещиностойкости.

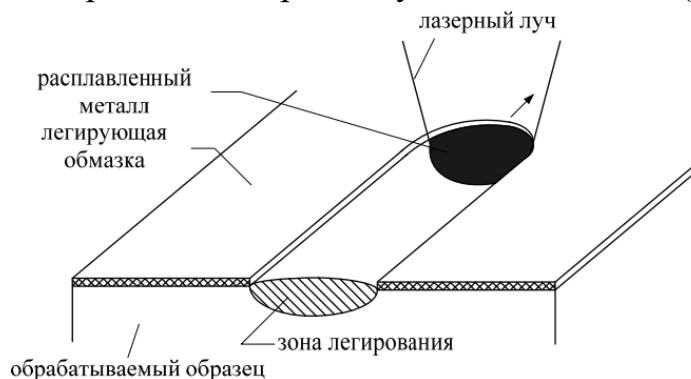
Лазерная обработка. В инструментальном производстве получили распространение различные виды поверхностной обработки с использованием лазерного излучения – лазерная закалка (термообработка), легирование и наплавка.

Якщо перші два процеси використовуються для зміцнення тонкого (до 80 мкм) поверхнього шару ріжучого інструменту за рахунок зміни його структури і хімічного складу, то наплавка в основному використовується для нанесення слав-ково товстих покриттів (до 3 мм).

Лазерне поверхнєве зміцнення здійснюється висококонцентрованим випромінюванням, сфокусованим на малій площі - від часткою мілі метра до декількох міліметрів. Даний спосіб обробки може бути використаний для зміцнення інструментів з швидкорізальних сталей, твер-дих сплавів і кераміки.

Для здійснення лазерної гарту локальний ділянку поверхні інструменту нагрівають за допомогою випромінювання до надкритичних температур, а після припинення впливу випромінювання цю ділянку охолоджується за рахунок відведення теплоти у внутрішні шари металу. Висока швидкість охолодження призводить до утворення в інструментальному матеріалі гартівних структур і, як наслідок, до зміни фізико-механічних характеристик поверхнього шару інструменту - мікротвердості, напруженого стану та ін.

Легування і наплавлення відрізняються від гарту тим, що ділянка поверхні нагрівається вище температури плавлення, а в зону оплавлення вводять легируючі компоненти. В результаті цього на поверхні інструменту утворюється шар, що відрізняється від вихідного інструментального матеріалу не тільки своєю структурою, але і хімічним складом. Різновидами легування є оплавлення лазером попередньо отриманих покриттів і лазерне легування з обмазок (мал. 4.10).



Мал. 4.10 Принципова схема лазерного легування

Високі щільності потужності лазерного випромінювання дозволяють отримувати якісно нові властивості поверхонь, недоступні традиційним методам обробки матеріалів. Лазерна обробка поверхонь металів і сплавів відноситься до локальних методів термічної обробки за допомогою висококонцентрованих джерел нагріву.

Однак лазерна обробка, як, втім, і будь-який інший метод поверхнього зміцнення ріжучого інструменту, поряд з перевагами, має і недоліки. Для лазерного зміцнення це в першу чергу надзвичайно низький ККД і висока вартість обладнання, а також труднощі при зміцнення

фасонного інструменту - протяжок, черв'яних фрез і ін.

На кількість поглиненої енергії при лазерній обробці впливають теплофізичні

характеристики інструментального матеріалу або					Лист
ТММ.КР.18.05.С.ПЗ					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

покриттів і обмазок, нанесених на його поверхню. Для зниження коефіцієнта відображення часто використовуються спеціальні фарби, ґрунтовки, сажа, графіт, а також різні покриття. Зазначені речовини випаровуються під впливом лазерного променя і тому не змінюють хімічного складу поверхневого шару (як у випадку легування), а тільки лише підвищують ефективність лазерної гарту. При виборі хімічного складу обмазок або покриттів для лазерного легування також необхідно враховувати їх поглинальну здатність.

Розглянемо енергетичні умови процесу лазерної гарту і легування матеріалів.

При лазерній обробці енергія випромінювання витрачається на поглинання поверхнею $E_{\text{п}}$, на втрати енергії в результаті відображення, що визначаються оптичними властивостями покриттів ($E_{\text{по}}$) і на енергію, поглинену покриттям і не дійшла до оброблюваного матеріалу ($E_{\text{обм}}$) (мал. 4.11).

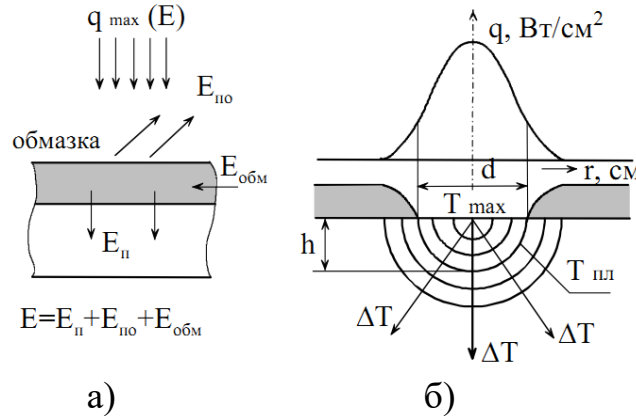


Рис. 4.11 Поглинання енергії при лазерній обробці (а) і температурне поле в зоні лазерного опромінення (б)

Вся енергія поглиненого лазерного випромінювання перетворюється на теплову в тонкому поверхневому шарі $10^{-6} \dots 10^{-7}$ м.

Практика показує, що попередньо нанесені на поверхню інструменту покриття або обмазки істотно збільшують енергетичну ефективність процесу обробки за рахунок значного збільшення коефіцієнта поглинання - до 0,8 ... 0,9.

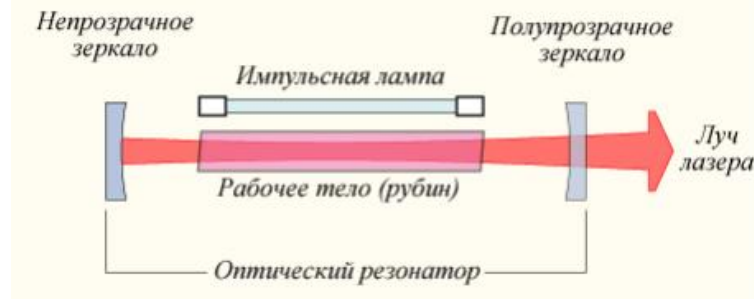
Залежно від щільності потужності випромінювання лазерна обробка осу-ється як з нагріванням до температур, що перевищують температуру плавлення $T_{\text{пл}}$ або нижче температури плавлення. Рівні щільності потужності лазерного випромінювання, що забезпечують локальний розігрів металу до температур $T < T_{\text{пл}}$ без помітного випаровування матеріалу, складають $10^8 \dots 10^9$ Вт/м².

Зазвичай рекомендується значення щільності потужності q для лазерної термообництва встановлювати з умови $q > q_n$, де q_n - гранична щільність потужності випромінювання, з перевищенням якої відбувається активне розплавлення і інструментального матеріалу. Значення q_n для різних матеріалів складають $10^9 \dots 5 \cdot 10^{10}$ Вт/м².

Для лазерної обробки матеріалів в залежності від типу використовуваної активної середовища використовується 4 лазерів: твердотільні, напівпровідникові, рідинні і

газові.					ТММ.КР.18.05.С.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

У загальному випадку конструкція лазера включає в себе наступні основні елементи (мал. 4.12) - активний елемент, система накачування і дзеркало резонатора.



Мал. 4.12 Принципова схема пристрою лазера

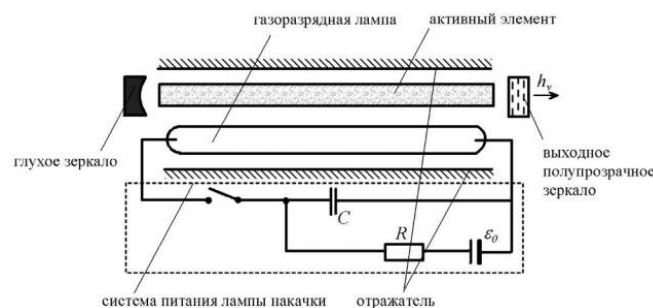
Використовувані в даний час в машинобудуванні різні типи твердотільних лазерів, досягають потужності 50 ... 500 Вт.

Труднощі вирошування великих монокристалів або варива великих зразків однорідного і прозорого скла для твердотільних лазерів привели до створення рідинних лазерів, в яких домішки атомів рідкоземельних елементів вводяться не в кристали, а в рідину.

Основною перевагою газових (CO₂) лазерів є висока оптична однорідність. Тому в разі, коли необхідні максимально висока спрямованість і монохроматичність випромінювання, газові лазери становлять найбільший інтерес. Серійно випускаються газові лазери досягають потужності більше 15 кВт і забезпечують стабільну роботу в безперервному режимі випромінювання.

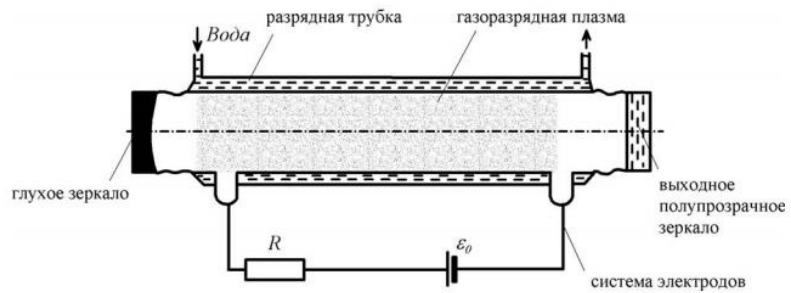
Напівпровідникові лазери займають особливе становище серед інших типів по ряду своїх характеристик. Вони характеризуються дуже високим ККД перетворення електричної енергії в когерентне випромінювання і можуть працювати в безперервному режимі. Загальним недоліком напівпровідникових лазерів є порівняно невисока спрямованість випромінювання.

Для зміцнення ріжучого інструменту в інструментальному виробництві застосування знайшли твердотільні і газові лазери пристрій яких представлено на мал. 4.13.



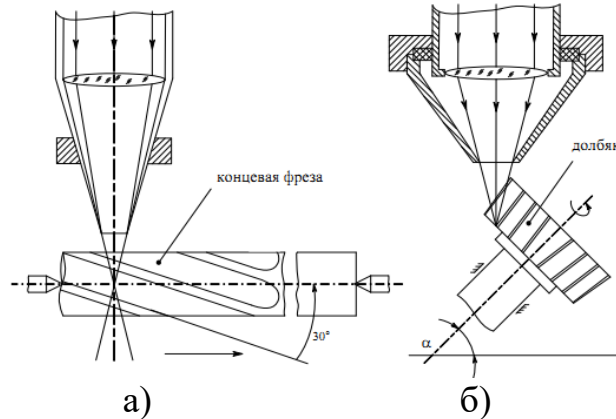
а)

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата



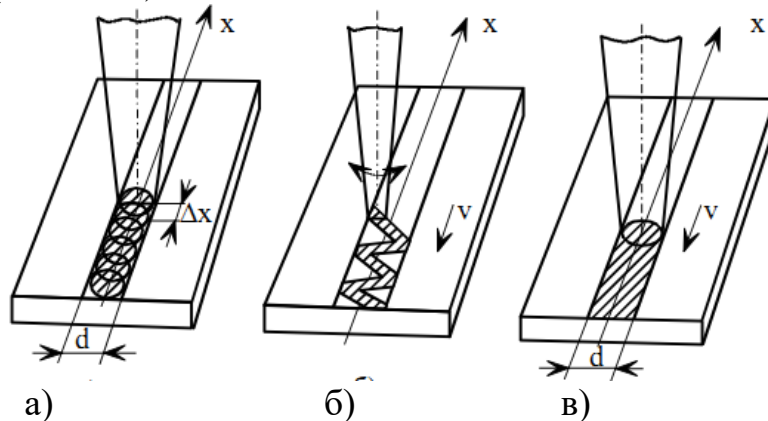
Мал. 4.13 Найпростіша схема твердотільного лазера (а)
і газового лазера з дифузійним охолодженням (б)

Типові приклади технологічних процесів зміцнення металорізальних інструментів з використанням лазерного технологічного комплексу представлені на мал. 4.14.



Мал. 4.14 Технологічні схеми процесу лазерного зміцнення
фрез (а), долбяків (б)

Особливістю лазерної обробки є локальність теплового впливу-наслідком, в силу чого ефективність її застосування багато в чому визначається правильністю вибору схеми опромінення. На практиці використовується кілька основних схем лазерної обробки поверхні (мал. 4.15).



Мал. 4.15 Схеми лазерного зміцнення:
а - імпульсно-періодичне; б - безперервне випромінювання зі скануванням;
в - безперервне випромінювання (d - діаметр плями, Δx - перекриття плям,
 v - швидкість переміщення виробу)

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

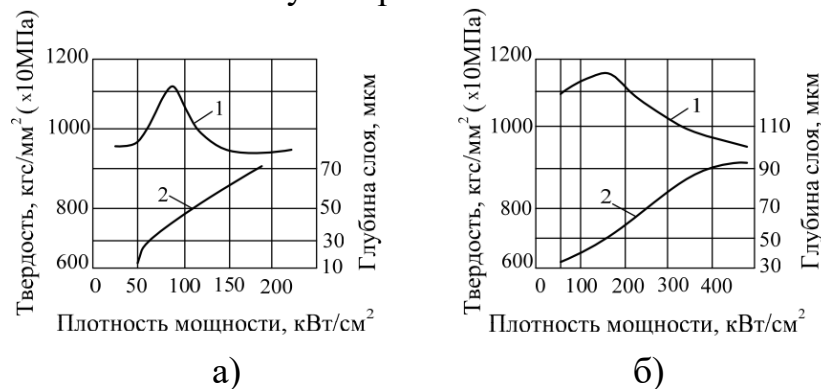
За схемою, представленої на мал. 4.15, а, використовується імпульсноперіодіческое лазерне випромінювання. Лазерне зміцнення здійснюється імпульсами випромінювання, сфокусованими в плямі діаметром d . Кожен наступний імпульс перекриває попереднє пляма нагріву, тобто перекриття Δx становить менше діаметра плями лазерного випромінювання.

Схема безперервного випромінювання представлена на мал. 4.15, б. Висока концентрація лазерного випромінювання забезпечується фокусуванням його в пляма мінімальних розмірів. Процес обробки в цьому випадку здійснюється скануванням променя в поперечному напрямку з певною частотою і одночасним лінійним переміщенням виробу в напрямку обробки зі швидкістю V .

Відповідно до третьої схемою (мал. 4.15, в) для безперервного випромінювання лазерний промінь також має велику потужність і тому забезпечує достатню для зміцнення щільність потужності при фокусуванні в пляма значно більших розмірів, ніж в попередній схемі. Процес обробки здійснюється переміщенням виробу в напрямку обробки зі швидкістю v .

Вибір тієї чи іншої схеми опромінення визначається умовами експлуатації інструменту і причинами його зносу. Як правило, лазерній обробці піддаються тільки ті ділянки робочих поверхонь інструменту, які при експлуатації найбільш інтенсивно зношуються. При крихкому руйнуванні ріжучого інструменту (викришування різальної крайки і відколи ріжучої частини) застосування лазерної обробки, як прищепило, є недоцільним. В даному випадку слід вибирати більш міцний інструментальний матеріал, або оптимізувати геометричні параметри різального інструменту. Лазерна обробка може використовуватися в якості доповнення до вказаних заходів.

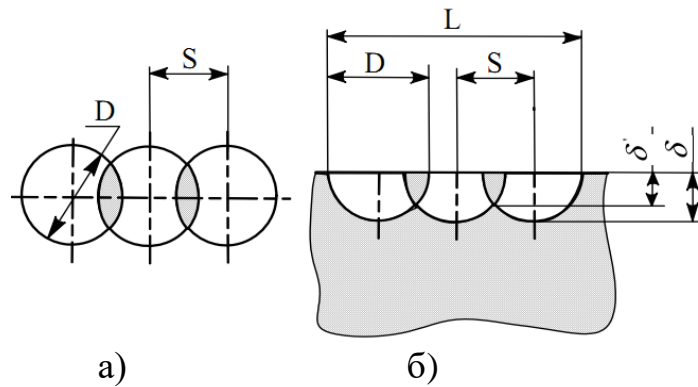
Дослідження показують, що глибина зміцненого шару як з оплавленням, так і без оплавлення поверхні збільшується зі зростанням щільності потужності лазерного випромінювання (мал. 4.16), а твердість обробленої поверхні має максимальне значення в певному інтервалі її значень.



Мал. 4.16 Залежність середньої твердості (1) і глибини (2) зміцнених зон сталі Р6М5 від щільності потужності лазерного випромінювання при різних довжинах імпульсу:

а - $\tau_{имп} = 1$ мс; б - $\tau_{имп} = 3-6$ мс

Лазерна обробка інструменту зазвичай ведеться з перекриттям зон лазерного впливу (мал. 4.17).



Мал. 4.17 Схема розташування опромінених зон в плані (а) і поздовжньому перетині (б) при лінійному зміцненні

Практика показує, що для отримання достатніх розмірів ділянок зміцненого металу опромінення слід вести при коефіцієнтах перекриття (ступеня перекриття плям в ряду) перевищують 0,2. Від вибору значення коефіцієнта перекриття залежать рівномірність зміцненого шару по глибині і продуктивність процесу обробки. Найбільша рівномірність шару по глибині досягається при коефіцієнті перекриття 0,4-0,5.

Крім твердості і глибини зміцненого шару, важливою характеристикою, що виявляє істотний вплив на зношування ріжучого інструменту, є висота нерівностей зміцненої поверхні. Її мінімальне значення спостерігається при малих значеннях щільності потужності лазерного випромінювання та коефіцієнтах перекриття плям.

При використанні безперервного випромінювання значно підвищується продуктивність лазерної обробки, що дозволяє надавати зміцнення ділянки як малих, так і великогабаритних ріжучих інструментів. Крім того, при безперервному зміцненні важливою умовою, від якого в значній мірі залежать властивості формованого шару, є швидкість відносного переміщення променя і інструменту.

Зі збільшенням швидкості переміщення променя знижується глибина зміцненої зони, що пояснюється меншою питомою енергією, що підводиться до зони лазерного впливу. При занадто низькій швидкості переміщення променя температура нагріву ділянки поверхні може перевищити граничне значення, що викличе небажане погіршення мікрорельєфу поверхні.

При лазерному легуванні в якості легуючих елементів використовуються вуглець, молібден, ванадій, вольфрам, хром, кобальт, нікель, кремній, їх комбінації і з'єднання на основі тугоплавких металів (WC, TiN, ZrN і інші). Вибір легуючих елементів проводиться таким чином, щоб один або кілька легуючих елементів (Cr, Co, W, Mo) при нагріванні в процесі експлуатації або в процесі подальшого після лазерного зміцнення відпустки частково зберігалися в твердому розчині і затримували розпад мартенсита. Інші (C, V), виділяючись з розчину поряд з частиною перерахованих вище легуючих

елементів, посилювали дисперсійне твердіння і підвищували вторинну твердість. Для протікання зазначених процесів і компенсації м'якнення при тривалому проживанні

поверхневих шарів інструментального матеріалу (особливо в присутності Со, Мо) при високотемпературному нагріванні необхідна присутність в покриттях вуглецю. Це сприяє додатковому насиченню твердих розчинів і може привести до формування дисперсних карбідів легуючих елементів в процесі охолодження після лазерної обробки або в процесі подальшого відпустки структур лазерного легування.

При легуванні робочих поверхонь інструменту часто використовуються дисперсійні порошки твердих сплавів ВК6, ВК10, Т15К6.

Залежно від виду інструментального матеріалу і умов лазерної обробки ефект зміцнення інструменту досягається в результаті одного або поєднання кількох ефектів (мал. 4.18).



Мал. 4.18 Основні механізми лазерного зміцнення інструментів з різних інструментальних матеріалів

Зміцнення інструментів з швидкорізальних сталей при лазерному легіруванні досягається в результаті цілого комплексу ефектів: створення нових зміцнених фаз, зменшення ступеня неоднорідності мартенситу, виділення дисперсних карбідів і інтерметаллідів, підвищення щільності дефектів кристалічної будови, подрібнення всіх елементів структури. Зміцнення інструмента з твердого сплаву в основному досягається в результаті створення нових зміцнюючих фаз, підвищення щільності дефектів кристалічної будови і подрібнення всіх елементів структури. Ефект зміцнення керамічного інструменту в основному забезпечується створенням в поверхневому шарі напруги стиснення, заповненням поверхневих тріщин розплавленими легируючими елементами і подрібненням всіх елементів структури.

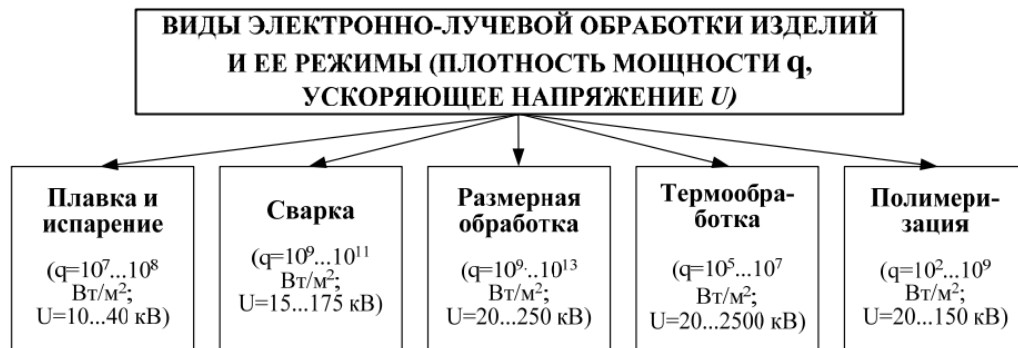
Електронно-променева термообробка. Ефекти, що відбуваються при взаємодії електронного променя з поверхнею ріжучого інструменту дуже схожі з ефектами, розглянутими в попередньому розділі. При електронно-променевому впливі на поверхневий шар інструменту також можлива його гарт (термообробка) і легування з попередньо нанесених покриттів і обмазок.

Сутність процесу електронно-променевої обробки полягає в тому, що кінетична енергія електронного променя (імпульсного або безперервного) сформованого в середовищі високого вакууму, перетворюється в теплову в зоні обробки. Остання використовується для різного впливу на поверхневий шар ріжучого інструменту, що знаходиться під прискорює напругою.

Перевагами електронно-променевої обробки, які зумовлюють целесо-образність її практичного застосування, є: можливість широкої регулювання режимів і тонкого управління тепловими процесами; проведення процесу в вакуумі, що забезпечує чистоту середовища в процесі обробки; високий ККД (до 90%), істотно перевершує аналогічний показник для лазерної обробки; можливість автоматизації процесу.

Недоліками процесу, що обмежують його застосування, є: необхідність захисту від рентгенівського випромінювання, що виникає при роботі на напружених понад 20 кВ; досить висока вартість і відносна складність обладнання.

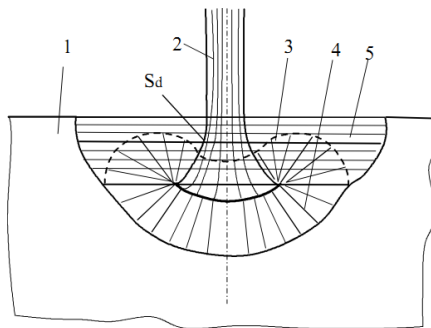
При електронно-променевої обробці діапазони потужності і концентрації енергії в промені досить великі, що дозволяє проводити плавлення і випаровування, зварювання, термообробку та інші види термічного впливу (мал. 4.19).



Мал. 4.19 Класифікація методів електронно-променевої обробки

На мал.4.20 представлена схема взаємодії монокінетического електронного пучка з поверхнею твердого тіла.

Для повідомлення електронам необхідної енергії і формування з них потоку частинок використовують прискорення їх електричним полем. На шляху проходження потоку встановлюють спеціальні сітки, що створюють різницю потенціалів.



Мал.4.20 Модель зони взаємодії монокінетического електронного пучка з поверхнею твердого тіла.

- 1 - мішень; 2 - пучок електронів; 3 - зона розсіювання пучка при зіткненнях на малі кути; 4 - зона дифузно-розсіяних електронів; 5 - область розсіювання електронів при зіткненнях на великі кути (в напрямку до поверхні)

Електронним променем можна управляти за допомогою електростатичних і магнітних полів. Завдяки малій масі електронів, промінь досить легко можна переміщати по поверхні з будь-якою траєкторією.

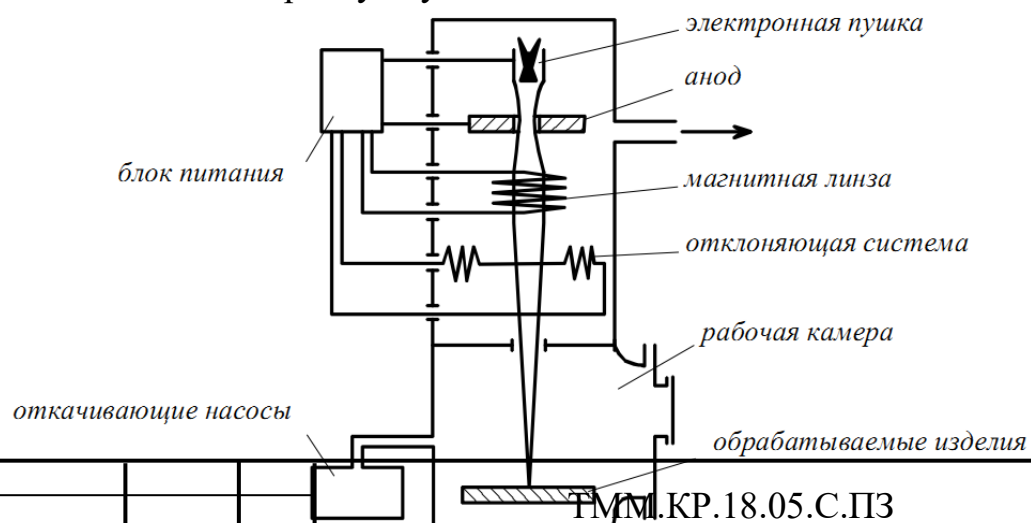
Електронно-променева обробка може здійснюватися тільки в вакуумі, так як при зіткненні з молекулами повітря електрони віддають їм свою енергію і відбувається їх розсіювання.

При попаданні електронів в тверде тіло відбувається їх гальмування, в результаті якого протікають наступні процеси: нагрівання поверхні, поява рентгенівського випромінювання, вторинна електронна емісія. Час контакту електронів з речовиною оцінюється $10^{-5} \dots 10^{-6}$ с.

Для промислового використання електронно-променевої обробки застосовують в основному термоелектрони, одержувані при нагріванні катодних спіралей.

Формування електронного променя здійснюється за допомогою спеціального обладнання (рис. 4.21), в якому відбувається прискорення електронів електростатичним або магнітним полем і формування електронного пучка; зміна поперечного перерізу електронного пучка (найчастіше для його фокусування на оброблюваної поверхні); відхилення електронного променя і забезпечення необхідної траєкторії переміщення точки його зустрічі (фокального плями) з оброблюваної поверхнею.

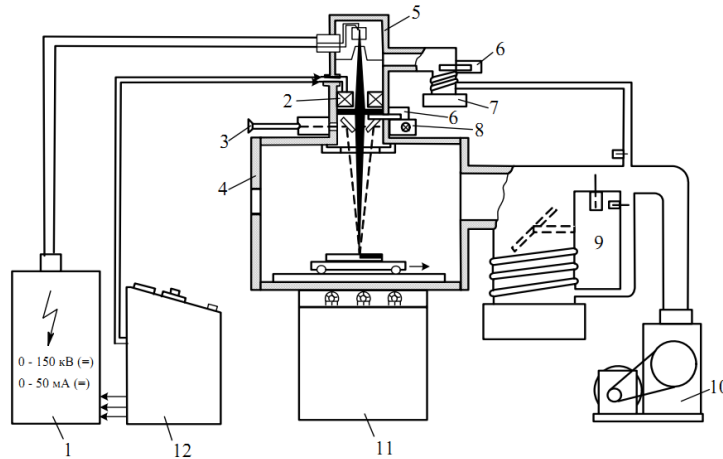
Джерелом електронів в електронних гарматах зазвичай є термоемісійний катод з вольфраму або танталу, що володіють високими емісійними характеристиками. Залежно від матеріалу катода його робоча температура може сягає 1600 ... 2800 К. Підігрів катода найчастіше здійснюється за допомогою розжарюваного електричним струмом підігрівача елемента; в деяких випадках сам цей елемент може виконувати функції катода (катод прямого напруження). Через важкі температурних умов роботи, інтенсивного випаровування і охрупчівання, термін служби катодів зазвичай не перевищує декількох десятків годин. Оскільки заміна катода вимагає подальшої регулювання і настройки електронної гармати, то основні зусилля розробників спрямовані на збільшення терміну служби катодів.



Мал. 4.21 Функціональна схема електронно-променевої установки

Для фокусування променя в електронній гарматі зазвичай використовується система діафрагм і магнітних лінз. Магнітна лінза представляє собою соленоїд з магнітопроводом, що створює спеціальної форми магнітне поле, яке при взаємодії з рухомих електронів зміщує його траєкторію в напрямку осі системи.

Для електронно-променевої обробки використовуються установка, принципово-ва схема якої представлена на мал. 4.22.

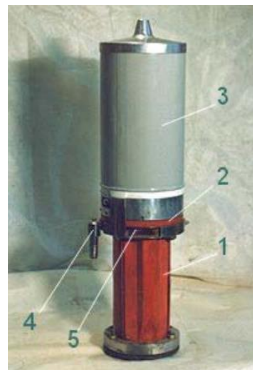


Мал. 4.22 Схема промислової установки для електронно-променевої обробки:

- 1 - високовольтний джерело харчування; 2 - електромагнітна лінза і котушки, що відхиляють;
- 3 - телескопічне пристрій для спостереження;
- 4 - камера; 5 - електронно-променева гармата; 6 - вентиль;
- 7 - дифузійний насос; 8 - освітлення; 9 - вакуумний вентиль;
- 10 - роторний форвакуумних насос; 11 - пульт управління рухом виробу; 12 - електричний пульт управління

На практиці можуть бути використані різноманітні конструкції електронних гармат. Перспективним є застосування електронних гармат в основі роботи яких

лежить високовольтний тліючий розряд. Загальний вигляд однієї з таких гармат представлений на мал.4.22.



Мал. 4.22. Загальний вигляд електронно-променевої гармати:

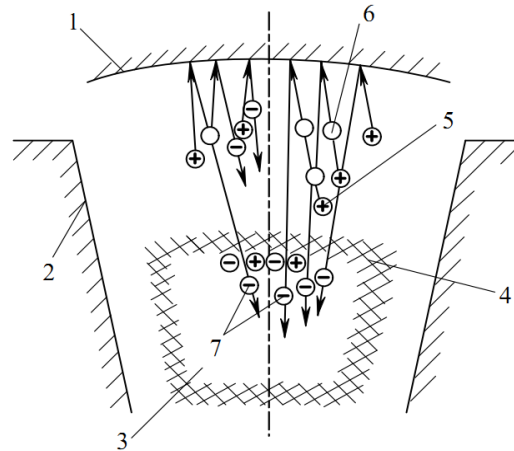
1 - анодний вузол, 2 - катодний вузол, 3 - вузол введення високої напруги і охолодження катода,

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист

ТММ-КР-18-05-С.ПЗ

4 - датчик іонізаційного манометра,
5 - штепсельної вилки системи
управління електронним променем

Принцип роботи електронної гармати пояснює рис. 4.23.



Мал. 4.23 Принцип роботи електронно-променевої гармати:

1 - катод, 2 - анод, 3 - область плазми, 4 - межа плазми,
5 - іони, 6 - швидкі нейтральні частинки, 7 - електрони

При підвищенні робочого тиску в гарматі до рівня 0,01-0,1 мм рт.ст. і при додатку високої напруги (1-30 кВ) між катодом і анодом в розрядному просторі гармати в середовищі робочого газу розвивається високовольтний тліючий розряд.

Для цього типу розряду характерна наявність в розрядному просторі двох, що примикають один до одного областей - області плазми, що заповнює порожнину анода, і області катодного падіння потенціалу між робочою (увігнутою) частиною поверхні катода і плазмою. В області катодного падіння зосереджено практично всю напругу розряду. витягати електричним полем катодного падіння з кордону плазми позитивні іони, рухаючись до катода, зазнають багаторазову перезарядку, В результаті цього поверхня катода бомбардується потоком іонів і швидких

нейтральних частинок (атомів і молекул), що викликають емісію електронів і нагрів катода. Електрони, прискорюючись в області катодного падіння, формуються в сходиться електронний промінь, іонізуючи при цьому робочий газ в розрядному просторі і забезпечуючи цим існування плазми і додаткового потоку іонів в сторону катода. Електронний промінь виводиться з розрядного простору в технологічну камеру через анодне отвір, потрапляючи по дорозі в магнітні поля магнітної лінзи і відхиляє, за допомогою яких здійснюється його фокусування, розгортка і переміщення.

Області застосування електронно-променевої гарту і легування і механізми зміцнення ріжучого інструменту в результаті їх застосування аналогічні вже розглянутим вище лазерній обробці. Наприклад, вплив електронного променя на поверхню тврдосплавних пластин зі сплавів ВК8, Т15К6 і Т5К10 в залежності від виду оброблюваного матеріалу і режимів різання дозволяє знизити інтенсивність їх зношування в 1,8 ... 3 рази. Також є дані про ефективність застосування електронно-променевої обробки для лучшення експлуатаційних показників інструментів з

швидкорізальних сталей.				ТММ.КР.18.05.С.ПЗ		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.				Дата

Електроерозійне легування. З усіх методів електроерозійного впливу на поверхневий шар матеріалу (електроіскровий, електроімпульсний, електроконтактний і анодно-механічний) для зміцнення ріжучого інструменту використовуються електроіскровий і електроімпульсний.

Електроерозійна обробка заснована на явищі електричної ерозії і полярного перенесення матеріалу анода (легируючого електрода) на катод (зміцнюючий інструмент) в умовах імпульсних розрядів в газовому середовищі. Таким чином, при електроерозійних способи обробки зміна властивостей поверхні інструменту є результатом термічного впливу електричного струму.

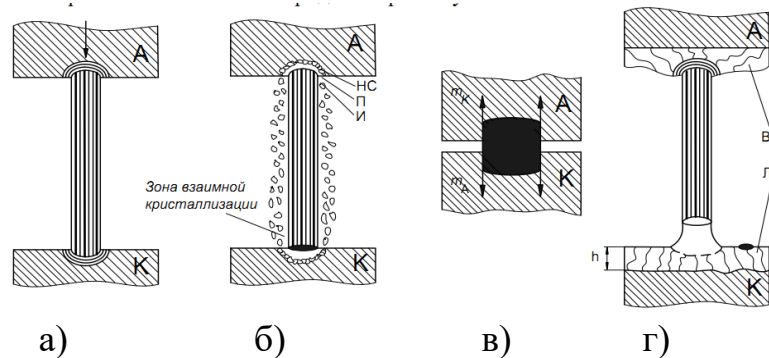
Першою стадією ерозійного процесу є пробой міжелектродного проміжку в результаті утворення зони з високою напруженістю поля. Під дією розряду відбувається іонізація проміжку через який починає протікати електричний струм, тобто утворюється канал провідності - вузька область, заповнена нагрітим речовиною (плазмою), що складається з іонів і електронів. Через канал провідності протікає струм, при цьому швидкість на Растану його сили може досягати сотень кілоампер в секунду.

Потім навколо каналу провідності з парів металу і рідини утворюється газовий міхур. Тиск в каналі провідності досягає 20 МПа. Газовий міхур прагнути розширитися, стискаючи при цьому навколишнє середовище. Кордон каналу провідності рухається з високою швидкістю в радіальному напрямку. На зовнішній межі утворюється фронт ущільнення, в якому тиск стрибкоподібно змінюється.

Заключною стадією є припинення струму, відрив ударної хвилі від газового міхура і продовження його розширення за інерцією. На початку цієї стадії в міжелектродному проміжку знаходиться рідкий метал в поглибленнях електродів. Коли газовий міхур досягає максимального діаметра, тиск всередині

нього різко падає і розплавлений метал в лунках закипає і викидається в міжелектродний проміжок.

На мал. 4.24 представлені всі основні стадії процесу електроерозійної обробки.



Мал. 4.24 Узагальнена модель процесу електроерозійної обробки:

а - пробій міжелектродного простору;

б - утворення ерозійних лунок на аноді (А)

і катоді (К) з трьома зонами: випаровування (І), плавлення (ІІ)

і напруженого струму (ІІІ); 8.05.С.ПЗ

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист
------	------	----------	-------	------	------

в - момент контакту електродів, якому супроводжує
схоплювання і зворотний перенос;

г - формування на аноді вторинної структури (ВС)
і легованого шару (ЛЗ) на катоді

Продуктивність процесу електроерозійної обробки оцінюється відношенням обсягу або маси нанесеної речовини до часу обробки.

Для збільшення продуктивності можна застосовувати обробку одночасно декількома електродами, наносити обмазки, застосовувати спеціальні міжелектродні середовища, що збільшують стійкість розряду, захист від перегріву.

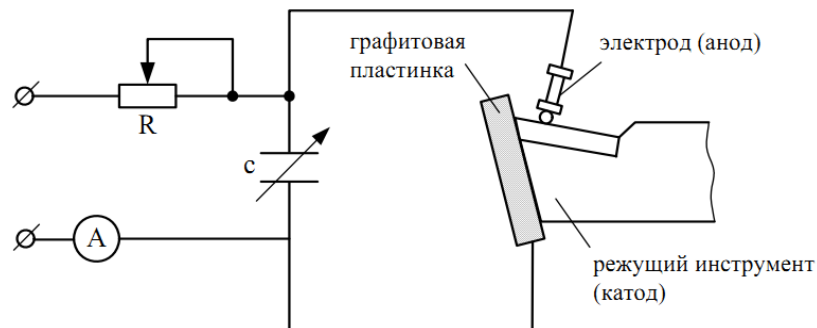
При електроерозійної обробки можуть бути використані різні легуючі електроди: тверді сплави на основі карбіду вольфраму (ВК6, ВК20, Т15К6 та ін.); карбіди, нітриди, бориди, силіциди перехідних металів (TiN, TiC, MoSi2 і ін.), одержувані різними способами; складні композиції типу ZrN-Al2O3, TiN-Ni і ін., до складу яких можуть входити добавки металів і речовини, що стабілізують іскровий розряд; чисті метали і їх сплави; графіт і напівпровідникові матеріали.

На сьогоднішній день в літературі є вкрай мало відомостей про критерії вибору складу електродного матеріалу, заснованих на дослідженні взаємозв'язку їх складу і властивостей з експлуатаційними показниками інструменту.

Тому в даний час всі способи обробки, що використовують електричну ерозію, здійснюють на двох режимах - електроіскровому і електроімпульсній.

При електроіскровому легированні робочих поверхонь ріжучих інструментів імпульсні розряди в газовому середовищі супроводжуються електричною ерозією і полярним перенесенням матеріалу анода на інструмент, який є катодом. Для формування на інструменті шару необхідної товщини, необхідна серія електричних розрядів при скануванні анода по оброблюваній мій поверхні інструменту.

На Мал. 4.25 представлена принципова схема цього процесу.



Мал. 4.25 Принципова схема модифікації поверхні токарного
різця методом електроіскрового легування

Між електродом (анод) і інструментом (катод) в повітрі відбувається електричний розряд, який веде до хімічних реакцій легирующего металу з атомарним азотом і вуглецем повітря, а також з матеріалом інструменту. Для запобігання пошкодженню різальних крайок при електроіскровому легированні, їх ізолюють спеціальними графітовими пластинками. У процесі модифікації електроерозійного середовища по

оброблюваної поверхні, виконуючи або кругові рухи з поздовжньою подачею, або зигзагоподібні з невеликою амплітудою і поздовжньою подачею. В результаті хімічних реакцій в поверхневому шарі різального інструменту утворюються складні сполуки (карбіди, високодисперсні нітриди, карбонітриди), складові зносостійкий зміцнений шар товщиною до 50 ... 80 мкм. Однак в поверхневому шарі часто формуються несприятливі розтягують залишкові напруги.

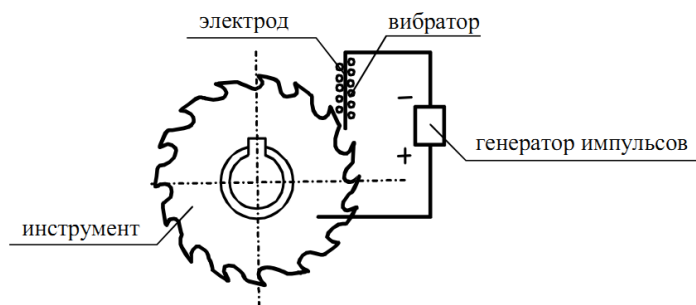
Крім того, після електроіскрового легування спостерігається погіршення шорсткості поверхні інструменту, що вимагає застосування додаткового-них видів механічної обробки, наприклад, шліфування.

Електроімпульсна обробка заснована на використанні імпульсів дугового розряду.

На відміну від іскрового, дуговий розряд має температуру плазми нижче (4000-5000°С), що дозволяє збільшувати тривалість імпульсів, зменшувати проміжки між ними і таким чином вводити в зону обробки значні потужності (кілька десятків кВт), тобто збільшувати продуктивність обробки. Характерне для дугового розряду руйнування катода приводить до того, що знос електрода (в цьому випадку він підключається до анода) нижче, ніж при електроіскровий обробці і становить (0,05-0,3)% від обсягу знятого матеріалу.

При електроімпульсній обробці застосовується інший тип генераторів, що забезпечують отримання імпульсів постійно діючих тільки в одному напрямку. Як діелектричної середовища використовуються різні масла - дизельне, трансформаторне і ін. У робочій зоні помітно знижується температура, що і дозволяє використовувати електроди, виконані із застосуванням графіту, що забезпечують більш високу продуктивність обробки.

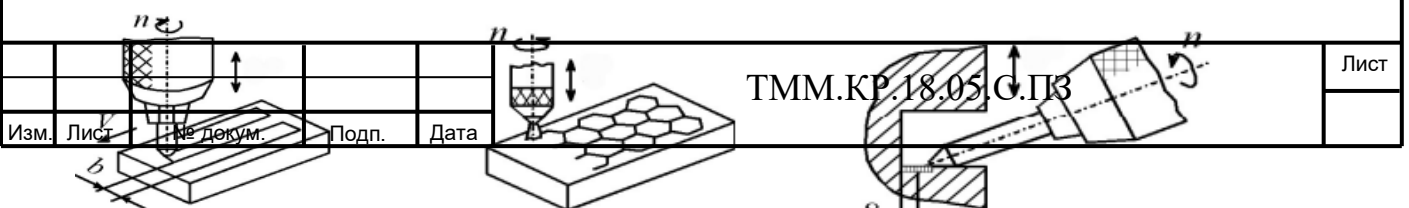
Приклад використання електроімпульсної обробки для зміцнення інструменту показаний на мал. 4.26.

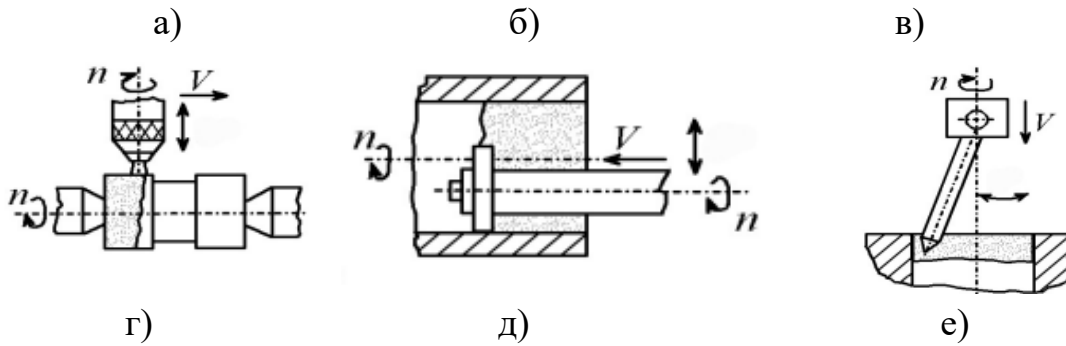


Мал. 4.26 Принципова схема електроімпульсної обробки циліндричної фрези

Електроімпульсна обробка має деякі переваги в порівнянні з електроіскровий і є більш продуктивною і економічною.

На практиці можуть бути використані різні схеми електроерозійного легування (обробки) ріжучого інструменту. На малий. 4.27 представлені типові технологічні схеми електроерозійного легування обертливими електродами.

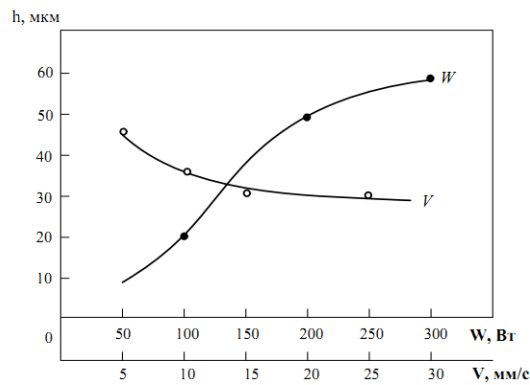




Мал. 4.27 Типові технологічні схеми електроерозійного легування

На мал. 4.28 представлена залежність товщини зміцненого шару від швидкості руху легируючого електрода V і потужності генератора імпульсів W .

З представлених даних видно, що товщина покриття пропорційна потужності генератора і обернено пропорційна швидкості руху електрода.



Мал. 4.28 Залежність товщини формованого покриття h від потужності джерела W і швидкості руху легируючого електрода V

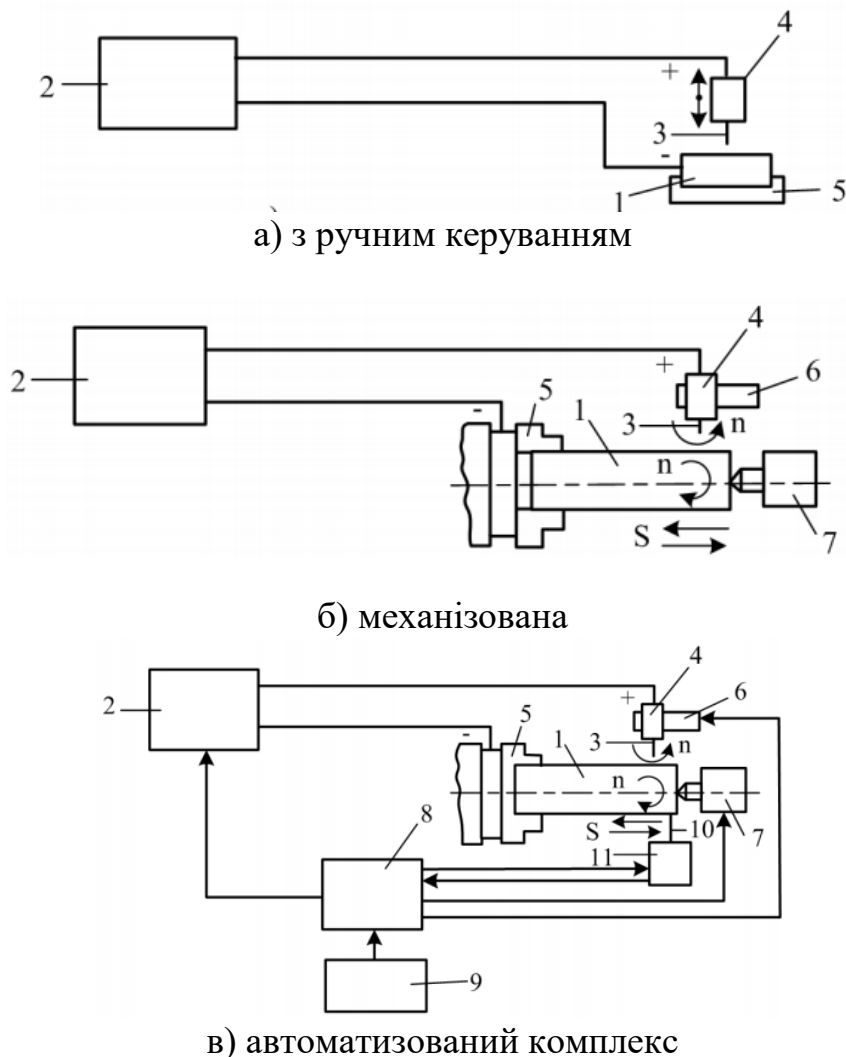
Для електроерозійної обробки компактними електродами застосовуються універсальні установки з ручним керуванням, механізовані і спеціальні установки (комплекси).

Універсальні установки з ручним керуванням комплектуються генератором імпульсів електричного струму, вібратором, інструментами (електродами), якими проводиться легування, і пристосуваннями для закріплення оброблюваних деталей. Механізовані і автоматизовані установки (комплекси) складаються з наступних блоків: генераторів імпульсів електричного струму з органами управління, головок одноелектродная, багатоелектродних для закріплення електродів і передачі певного руху щодо поверхні деталі, набору інструментів (електродів), верстатів, в які встановлюються оброблювані деталі і головки з електродами.

					ТММ.КР.18.05.С.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Можуть бути використані універсальні верстати, верстати з ЧПУ, а також спеціальні верстати. Крім цього, для автоматизованих комплексів необхідна наявність блоку управління генератором імпульсів і механічними рухами електрода і деталі, що включає банк даних по процесах обробки і блок узгодження сигналів, що надходять з датчиків контролю параметрів якості утворених покриттів, зі входом в обчислювальний комплекс.

На Мал. 4.29 наведені основні схеми установок для електроерозійного легування компактними електродами: а - з ручним управлінням; б - механізована установка для обробки циліндричних поверхонь; в - автоматизований комплекс для обробки циліндричної поверхні. Установки для електроімпульсного зміцнення відрізняються від електроіскрових практично тільки генератором імпульсів.



Мал. 4.29 Основні схеми установок для електроіскрового легування компактними електродами:

1 - оброблювана деталь (катод), 2 - генератор імпульсів електроерозійного струму, 3 - електрод, 4 - пристрій

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист
------	------	----------	-------	------	------

для закріплення електрода (вібратор, одно- Багатоелектродні головки),

5 - пристрій для закріплення деталей (пристосування,

патрони з центрами), 6 - блок управління рухом пристрою для закріплення електрода, 7 - блок управління рухом деталі,

8 - обчислювальний комплекс з блоком управління генератором імпульсів і механічними рухами електрода і деталі, що включає банк даних по процесах;

9, 10 - датчики контролю параметрів якості утворених покриттів, 11 - блок узгодження сигналів датчиків з

виходом в обчислювальний комплекс

Основними перевагами електроерозійної обробки (легування) є: можливість здійснення легування в строго зазначених місцях

радіусом від часток міліметра і більше, не захищаючи при цьому решту поверхні; різноманітність легованих шарів; відсутність необхідності застосування спеціальної попередньої підготовки поверхні, яка піддається легування; простота технології і обладнання для легування.

До недоліків електроерозійної обробки відносяться: висока шерохова тости і пористість обробленої поверхні; досить низька продуктивність обробки; неможливість використання діелектричних матеріалів; відносно невеликі товщини одержуваних зміцнених шарів

4.3 Методологічні засади створення функціональних покриттів для ріжучого інструменту

Серед існуючих принципів створення функціональних покриттів різного призначення найбільш перспективною є концепція багат шарової архітектури покриттів, так як подібні покриття здатні задовольняти гамі часто суперечливих вимог. Наприклад, при використанні концепції багат шарової архітектури покриття можна створити конструкцію покриття складається з окремих шарів різного функціонального призначення, що забезпечують максимальне зниження інтенсивності зношування інструменту в різних умовах обробки. Багат шарові покриття можуть інтегрувати гаму строго функціональних властивостей, пов'язаних з:

- необхідністю забезпечення належних за рівнем і знаку залишкових напружень;
- гальмуванням теплових потоків від фрикційних джерел тепла, що виникають при різанні;
- бар'єрними функціями для інтердифузійних процесів між інструментальним і оброблюваних матеріалами;
- підвищенням міцності адгезійного зв'язку покриття з субстратом;
- забезпеченням збалансованості властивостей композиції «субстрат-покриття» по твердості і в'язкості;
- зниженням фізико-хімічної активності інструментального матеріалу по відношенню до оброблюваного і т.д.

Крім того, багат шарова архітектура покриттів дозволяє створювати покриття, одночасно включають метастабільні і багатоконформні і стабільні в єдиному

геометричному тілі і, таким чином, дає можливість поєднувати різні концепції окремих шарів в багатошаровому покритті.

Таким чином, створення багатошарових покриттів для ріжучого інструменту, виходячи з вибору функцій кожного окремого шару при оптимізації їх послідовності і товщини, дозволяє конструювати властивості й експлуатаційні характеристики інструменту з покриттям в цілому.

У поданій роботі розглянуто сучасні тенденції і деякі принципи методології створення архітектури багатошарово-композиційних покриттів для ріжучого інструменту виходячи з функціональності кожного від-ділового шару при використанні модифікованих процесов ассітіруемое вакуумно-дугового синтезу з

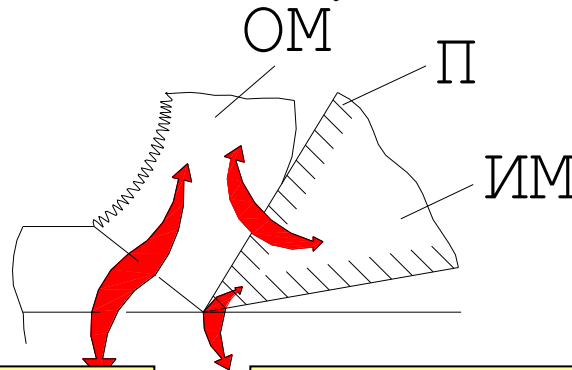
фільтрацією конденсату.

Вакуумно-дугові процеси отримали найменування в практиці виробництва ріжучого інструменту процеси КІВ або Metal Vapor Vacuum Arc (MeWA).

4.4 Основні тенденції вдосконалення покриттів для ріжучого інструменту

Як показав аналіз вітчизняної та зарубіжної літератури, за останні де-сятілетія проведено великий обсяг досліджень по розробці інноваційних типів покриттів, які з архітектури, складом і властивостями в максимальному ступені задовольняють умовам функціонування ріжучого інструменту.

Аналіз функціональної ролі покриття на контактних майданчиках ріжучого інструменту (мал.4.30) дозволяє відзначити наступне.



Роль покриття на кордонах контакту ОМ-П

- зниження фізико-хімічної активності ІМ по відношенню до оброблюваного матеріалу
- зниження тертя на майданчиках контакту
- зниження роботи фрикційних джерел тепла
- зниження інтенсивності теп-лових потоків
- зменшення інтенсивності дифузійних процесів між контактуючими ІМ і ОМ

Роль покриття на кордонах контакту П-ІМ

- підвищення поверхневої твердо досягнень інструментального матер.
- підвищення поверхневої теплостойкості ІМ
- підвищення зносостійкості інструментального матеріалу
- створення бар'єру дифузійним процесам між обраба-Тива і інструментальним матеріалами
- створення перешкоди тепловим потоків з зон тертя в ІМ

ТММ.КР.18.05.С.ПЗ

Мал.4.30 Узагальнене уявлення про подвійну природу
Покриттів на робочих поверхнях інструменту:
ІМ - інструментальний матеріал; ОМ - опрацьований матеріал;
П - покриття

Покриття можна розглядати як якусь «проміжну технологічно-ську середу» (ПТС) між інструментальним і оброблюваних матеріалами, яка виконує подвійну роль. З одного боку, покриття може по-вищувати такі властивості інструментального матеріалу як твердість, Теплостен-кістка, зносостійкість, фізико-хімічної пасивність по відношенню до обра-бативает матеріалу. З іншого боку за допомогою покриття можна благо-приємно впливати на контактні процеси і параметри різання. Зокрема, по-криті може сприяти зниженню тертя в областях фрикційного кон-такту і зменшувати потужність фрикційних джерел тепла, підвищувати темпе-ратурний поріг початку адгезії, знижувати активність дифузійних процесів, що дозволяє зменшити інтенсивність зношування інструменту. Крім того, покриття здатне виконувати «бар'єрні функції» між інструментальним і оброблюваних матеріалами тобто сприяти зниженню інтенсивності теплового потоку в інструмент, гальмувати дифузію між інструментальним і оброблюваних матеріалами і т.д.

Аналіз систематизованих вимог до покриття дозволяє відзначити, що одношарові (моношарова, однокомпонентні) покриття не задовольняють всім функціональним вимогам до покриттів для ріжучого інструменту. Найбільшою мірою таким вимогам відповідають багатшарово-композиційні покриття з шарами різного функціонального призначення, що добре пояснює тенденцію створення покриттів останнього покоління для ріжучого інструменту на основі багатшарово-композиційної архітектури. Покриття багатшарово-композиційної архітектури формують відповідно до вищевикладених принципів функціональності кожного з шарів, включаючи верхній і нижній шари, що контактують з оброблюваних і інструментальним матеріалами. Оптимізацію структури ІК зазвичай виконують шляхом варіювання розташуванням шарів, їх складами (фізичними властивостями) і параметрами (товщина), а також на основі спеціальних досліджень параметрів інструменту з покриттям при різанні. Архітектура подібних покриттів, яку зазвичай називають зносостійким комплексом (ІК), містить не-скільки шарів, що мають строго функціональне призначення (мал.4.31).

Таким чином, покриття є унікальною технологічною середовищем спо-собнимі підвищувати опірність інструментального матеріалу зношування при одночасному зниженні факторів, зовнішнього впливу, що призводять до такого зношування.

									Лист	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТММ.КР.18.05.С.ПЗ					

На основі аналізу функцій покриття, як ПТС між інструментальним і оброблюваних матеріалами можна сформулювати функціональні требо-вання до основних елементів багатошарового покриття (мал.4.31):

- *адгезійний підшар* (3) повинен володіти максимальним Кристаллохімічеськая подобою по відношенню до матеріалу субстрату (інструментальному матеріалу) і забезпечувати міцну адгезію між ними;

- *проміжний шар* повинен виконувати різні функції щодо зниження тертя (антифрикційні функції), підвищенню опірності инструмен

тального матеріалу високотемпературної корозії (антикорозійні функції), зменшення переданого тепла від фрикційних джерел, або інтенсивність дифузії між інструментальним і оброблюваних матеріалу-ми (бар'єрні функції);

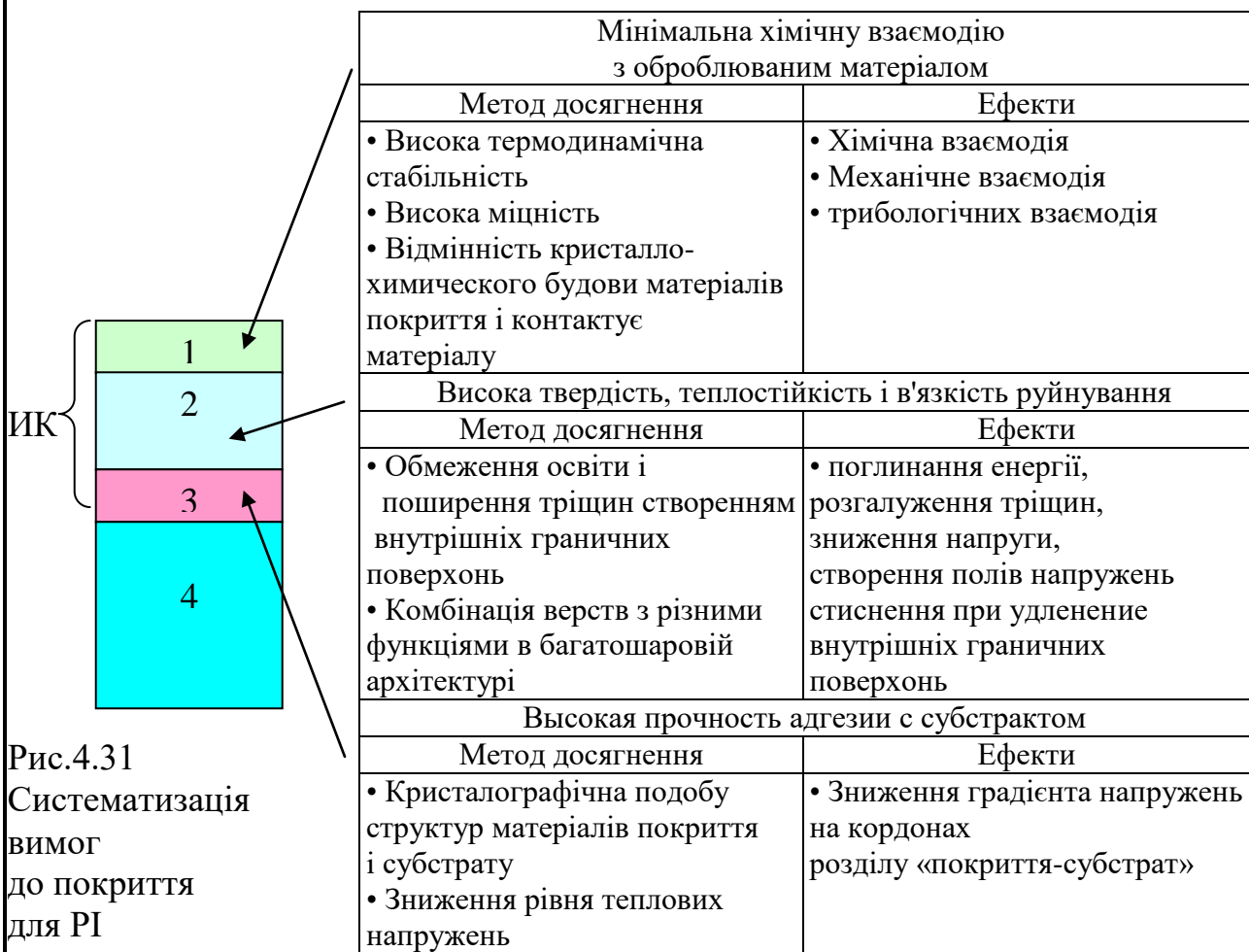


Рис.4.31
Систематизація вимог до покриття для РІ

- *зносостійкий шар* повинен мати максимальну фізико-хімічної пасивністю по відношенню до оброблюваного матеріалу і підвищувати опірність зношування контактних майданчиків інструменту.

Кожен з шарів багатошарово-композиційного покриття, може мати як монослойного (мікроструктурірованіє), так і багатошарову (Наноструктуровані) архітектурі.

Розглянемо основні напрямки створення інноваційних покриттів останнього покоління.

Основні напрямки створення покриттів останнього покоління. В даний час розробка сучасних покриттів композиційного і багатошарового типів ведеться при використанні наступних основних концепцій:

- покриття на основі зміцнюючих твердих розчинів;
- покриття з шарами, градуєваними за типами зв'язку;
- покриття на основі метастабільних систем з гомогенної металлоїдної структурою;

- покриття з наноструктурованих багатофазними шарами;
- супермногослойні покриття з шарами нанорозмірною товщини.

Основна тенденція вдосконалення та розвитку архітектури износо-стійких покриттів для інструменту пов'язана з переходом від однокомпонентних покриттів (типу TiC, TiN, TiCN) до багатокомпонентних композиційним покриттям на основі систем подвійних сполук нітридів (Ti, Al) N, (Ti, Zr) N, (Ti, Nb) N, (Ti, Hf) N, (Ti, Mo) N, а також потрійних сполук нітридів (Ti, Al, V) N, (Ti, Zr, C) N. Все більше застосування отримують багатофункціональні покриття для високошвидкісного сухого різання, що включають антифрикційні шари, на основі алмазо-подібного аморфного графіту (DLC, oWC: H), які використовують для скорочення кількості СОТС або повної відмови від її застосування при лезвийной високошвидкісній обробці.

Провідними виробниками ріжучого інструменту розроблені зносостійкі покриття останнього покоління на основі концепції многослойнокомпозиційної архітектури з шарами функціонального призначення для нанесення на багатогранні твердосплавні пластини. В останні роки проводиться великий обсяг досліджень по розробці інноваційних типів покриттів, які за складом, структурою, архітектурі і властивостями здатні виконувати багатоцільові завдання щодо підвищення експлуатаційних ріжучого інструменту різного призначення. Все більше застосування отримують багатошарово-композиційні наноструктуровані покриття, які, здатні забезпечити істотне підвищення основних експлуатаційних характеристик інструменту. Розглянемо більш докладно основні особливості таких покриттів.

Наноструктуровані покриття. Аналіз основних типів багатошарових покриттів, що використовуються в машинобудуванні, дозволяє класифікувати покриття на основні групи по товщині окремих шарів на:

- макрометрические з товщиною ($10^{-1,5} \dots 10^{-3,5}$) мм;
- мікрометричні з товщиною ($10^{-4,8} \dots 10^{-6,8}$) мм;
- нанометричну з товщиною ($10^{-7,8} \dots 10^{-9,7}$) мм.

При цьому всі типи покриттів, що мають структуру з розмірами зерен менше 100 нм, називають Наноструктуровані. При використанні вакуумно-дугових процесів отримання покриттів КІВ-МеVVA наноструктуровані багатошарові покриття з шарами нанорозмірною товщини зазвичай синтезують за таких умов:

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

ТММ.КР.18.05.С.ПЗ

- шляхом бомбардування осаждяемого конденсату (імпульсної або постійної) металевими або газовими іонами, що мають різні енергії, причому з підвищення енергій іонів від 1,0 - 10 до 100 - 200 кеВ істотно збільшується ймовірність формування нанорозмірних структур покриттів;
- методом «змішування» осаждяемого конденсату впливом високоенергетичних іонів;
- імплантацією в загрозованих конденсат елементів впровадження (іонів металу або газу), що стримують зростання зерен при температурах синтезу покриття;
- зниженням температури формування покриттів за рахунок підвищення сте-пені іонізації конденсованого іонного потоку, що дозволяє стримати зростання розмірів зерен.

Розглянемо основні переваги, які забезпечують інструменти з наноструктурованих покриттями.

Міцність матеріалу тобто його поведінку під навантаженням в умовах дії підвищених температур сильно залежать від мікроскопічного механізму зародження, руху і взаємодії дефектів кристалічної матеріалу. Подібні дефекти класифікують на чотири групи: точкові, лінійні, поверхневі (лінійні) і об'ємні дефекти. Точкові дефекти (вакансії - вузли кристалічної решітки, не зайняті атомами) при досягненні теплового рівноваги є основним дефектом матеріалу при максимальній концентрації вакансій порядку 10^{-4} - 10^{-5} . Лінійні дефекти (дефекти дислокационного типу) відіграють важливу роль в утворенні реальної кристалічної структури матеріалу, так як дислокації створюють в кристалі характерне зміщення з вузлів ідеальної кристалічної решітки, а її пружні спотворення істота впливають на властивості кристала і матеріалу в цілому.

Відповідно до сучасних фізичних уявлень, руйнування матеріалу відбувається в результаті попередньої пластичної деформації приводячи-щей до зародження і росту тріщин на основі дислокаційної механізму (шляхом розриву атомних зв'язків в вершині тріщини або об'єднання великої кількості тріщин). Зокрема, для полікристалічних матеріалів крихкому руйнуванню передує розкриття зародкової тріщини перед скупченням дислокацій у будь-якого перешкоди (частіше на межзеренного межах). Інтеркристаллітне руйнування відбувається найчастіше при підвищених температурах в умовах повзучості за рахунок утворення сегрегації на поверхні зерен полікристала і виділення надлишкових фаз на кордонах зерен.

Поведінка наноструктурованих матеріалів з розмірами зерен порядку менше 80 нм при руйнуванні визначається, головним чином, процесами на кордонах зерен, оскільки атомів в зернах менше, ніж на кордонах. Тому при деформації матеріалу ймовірність зародження дислокацій, їх рух і концентрація у перешкод, що передує формуванню зародкових тріщин, в зернах практично відсутній і концентрується на їхніх кордонах, приводячи до зміцнення. Діють нові механізми деформування і руйнування, пов'язані з ковзанням по межах зерен. Це дозволяє прогнозувати нові, унікальні властивості наноструктурованих матеріалів.

Наноструктуровані багаточарові покриття можна класифікувати на три групи (мал.4.32): а - стандартні вносостійкі покриття ГМММР-1805-С-ПЗ					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

для захисту виробу від зношування (з матеріалів з однаковими хімічними зв'язками і структурою); б - багатошарові покриття з матеріалів з сильним відмінністю хімічних зв'язків і структури; в - багатошарові покриття, що мають шари з внутрішніми граничними проміжними підшарами нанометрической товщини.

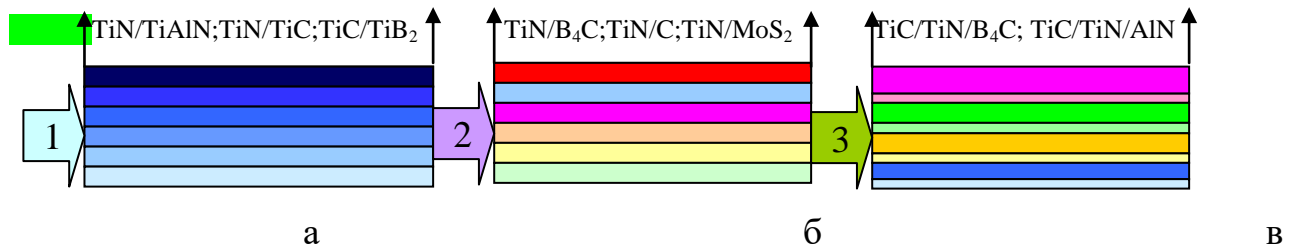


Рис.4.32 Класифікація багатошарово -компазіційних наноструктурованих покриттів по архітектурі:

- а - з шарами з однаковими хімічними зв'язками;
- б - з матеріалів з сильним відмінністю хімічних зв'язків і структури;
- в - з внутрішніми підшарами нанометрической товщини

Багатошарові покриття, що мають шари з однаковим характером хімічно-ських зв'язків, найбільш широко застосовуються для нанесення на ріжучі і Штампові інструменти та різні деталі. Найчастіше в подібних покриттях комбінують шари з нітридів, карбідів, карбонітридов і боридів перехідних тугоплавких металів IV - VI груп Періодичної таблиці і алюмінію - TiN, TiC, Ti (CN), TiB₂, AlN.

Дослідження показали, що властивості і параметри покриття помітно залежать від кількості шарів, що визначають загальний обсяг внутрішніх граничних поверхонь в покритті. Можна вважати доведеним, що оптимальні властивості і найбільш сприятливі параметри покриттів досягаються при певному (оптимальному) кількості шарів. Оптимальне кількості шарів залежить від багатьох параметрів, головними з яких є особливості операції обробки (безперервне, переривчасте або нестационарне різання), для якої призначений інструмент з покриттям, особливо комбінації матеріалів шарів покриття. Причому не всі властивості багатошарового покриття можуть задовольняти умовам обробки при одному і тому ж кількості шарів.

Найважливішим завданням при розробці покриттів для ріжучих інструментів, що працюють при високих і знакозмінних температурних навантаженнях (наприклад, для фрезерного інструменту), є підвищення їх трибологічних і міцних властивостей, в'язкості руйнування, опору втомного руйнування. Крім того, необхідно забезпечення максимально сприятливого співвідношення таких найважливіших характеристик покриття як «твердість / в'яз - кістка».

Для покриттів із з'єднань тугоплавких металів з високою твердістю і досить великою крихкістю, одні і ті ж механізми можуть призвести як до підвищення

в'язкості і міцності, (наприклад, у тендітних керамічних матеріалів, що мають

ТММ.КР.18.05.С.ПЗ

щільноупакована кубічну решітку), так і її зниження (матеріали з гексагональними решітками).

За допомогою багат шарових покриттів з нанорозмірною товщиною кожного з його верств можна активізувати різні види процесів поглинання енергії, що при оптимальних архітектури та структури покриття призводить до підвищення

в'язкості і міцності матеріалу покриття лише при незначному зниженні твердості (забезпечення збалансованого співвідношення «твердість / в'язкість»).

Багат шарові покриття з супер-гратчастої структурою (Superlattice). Відносно новим, перспективним напрямки вдосконалення покриттів є розробка так званих покриттів з «супер-гратчастої» структурою. На практиці дуже часто не проводять чіткого поділу між багат шаровими покриттями з нанорозмірною товщиною шарів і супер-гратчастими покриттями. Необхідно розрізняти монокристалічні і полікристалічні супер-решітчасті покриття. В обох випадках мова йде про захисних покриттях з екстремальними значеннями деяких властивостей, що зумовлює перспективність їх застосування для ріжучого інструменту. Наприклад, такі комбінації, як TiN / VN або TiN / NbN володіють високими значеннями твердості і модуля пружності при параметрах решітки від 5 до 10 нм.

Слід зазначити, що, як правило, при дуже високій твердості подібних покриттів встановлено невелике значення критичний навантаження руйнування покриття (міра міцності адгезії покриття по відношенню до субстрату), що стримує широке практичне застосування покриттів з супер-гратчастої структурою. У зв'язку з цим слід зазначити, що не всі типи супер гратчастих покриттів можуть мати високі значення основних властивостей. Наприклад, комбінації TiC / TiN, TiC / TiN і TiN / TiAlN синтезували з товщиною шару в діапазоні 1-500 нм. Максимальна твердість покриття була отримана для варіанту з багат шарової архітектурою, що має 100 до 200 шарів при загальній товщині покриття 5 мкм, що відповідає товщині шару від 25 до 50 нм.

Ефекти супер-гратчастої структури виявляються також при зміні та інших параметрів, наприклад модуля пружності окремих шарів покриття. В даний час основні моделі, що встановлюють механізми зв'язку параметрів супер-решітки з особливими властивостями покриттів будуються на положенні, згідно з яким зміна властивостей пов'язано з обмеженням переміщення дислокацій на граничних поверхнях. Однак, слід визнати, що ці моделі є дискусійними і носять гіпотетичний характер

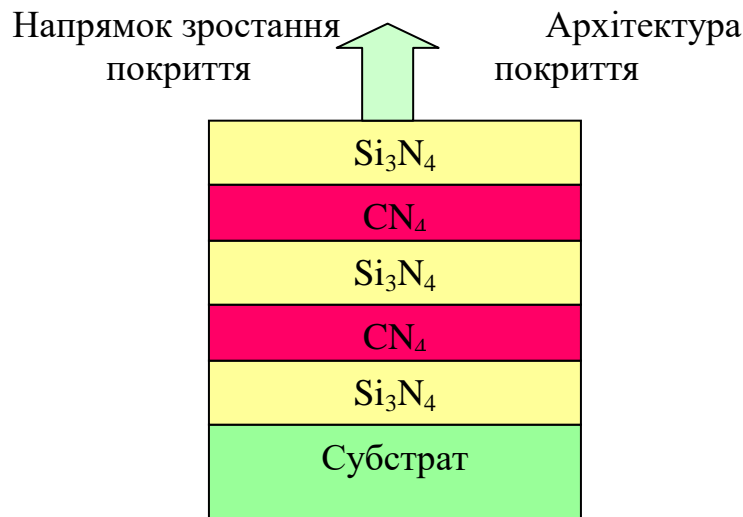
Багат шарові покриття з наномоделірованою структурою.. Шарувата архітектура покриттів з шарами нанорозмірною товщини дозволяє стабілізувати (фіксувати) певну текстуру кожного шару покриття і створити матеріали для покриттів нового типу. Існує безліч прикладів такого моделювання структури покриття. Прикладом подібного «конструювання» покриття можуть служити багат шарові покриття TiC/TiB₂, у яких спостерігають, зростання площин з текстурою (111) TiC на площинах з текстурою (001) TiB₂.

Мінімізація енергії граничних поверхонь є ще одним направ-ленням створення властивостей матеріалів для покриттів нового покоління. Так, спостерігається стабілізація кубічної градецентрованої решітки шару AlN в багат шаровій

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

архітектурі покриття TiN / AlN і кубічної гранецентрированої решітки SiC в багатошаровій архітектурі покриття TiC / SiC.

Зазначений ефект стабілізації тієї або іншої структури багатошарового покриття можливий тільки для дуже тонких (нанорозмірних) шарів з товщиною менше 80 нм, проте, така архітектура покриттів створює великі перспективи для матеріалів нового типу. Наприклад, подібним шляхом можна теоретично стабілізувати також грати з'єднання C_3N_4 за допомогою вбудовування в шарувату структуру решітки Si_3N_4 , як це гіпотетично продемонстровано на мал.4.33.



Мал.4.33 Гіпотетична модель багатошарово композиційного покриття з нанорозмірними шарами, що включають супертвердих шари C_3N_4 вбудовані в шарувату структуру Si_3N_4

Твердість такого з'єднання, виходячи з теоретичних міркувань, повинна бути більше, ніж у алмазу.

4.5 Вимоги до покриттів для інструменту і умови вибору їх складу і властивостей

Як було показано вище покриття можна розглядати як деяку про-межуточную технологічне середовище (ПТС) між інструментальним і оброблюваних матеріалами (див. мал.4.30). На основі цього положення були систематизовані загальні вимоги до захисних покриттів (див. мал.4.31), які є основою кілька специфічних вимог до покриттів для ріжучого інструменту. Такі вимоги можна класифікувати на три основні групи:

1. Виходячи з положення, що покриття повинне стабільно за часо функціонувати на контактних майданчиках інструменту без передчасного руйнування (роль покриття, як суцільного твердого тіла);

2. Виходячи з положення, що покриття повинне забезпечувати сприятливу трансформацію контактних процесів при різанні (службове призначення покриття).

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТММ.КР.18.05.С.ПЗ

Лист

3. Виходячи з положення про те, що покриття для забезпечення основних функцій інструменту повинно мати міцну адгезійну зв'язок з матеріалом субстрату (матеріали інструменту і покриття повинні функціонувати як єдине тверде тіло).

Ці вимоги, формулюються виходячи з різних позицій і можуть бути досить суперечливими. Розглянемо ці вимоги більш докладно.

1 Загальні функціональні вимоги до покриття (група вимог 1):

- покриття повинне бути стійким проти корозії і окислення;
- зберігати свої властивості при високих температурах;
- володіти мінімальною кількістю дефектів (пори, включення, спотворення кристалічної структури і т.д.);
- володіти високим межею витривалості.

2 Вимоги, пов'язані зі службовим призначенням покриття, яке повинно мати (група вимог 2)

- максимальне відміну кристаллохімічних структур покриття і оброблюваного матеріалу;
- максимально високий температурний поріг початку адгезії і низьку схильність до адгезії з оброблюваним матеріалом;
- мінімальну здатність до дифузионного розчинення в оброблюваному матеріалі;
- твердість, не менше ніж 1,5-2,0 рази перевищує твердість інструментального матеріалу.

3. Вимоги, пов'язані з необхідністю забезпечення високої міцності адгезії покриття з субстратом, що передбачає (група вимог 3):

- максимальне подоби кристаллохімічних параметрів матеріалів покриття та інструменту;
- мінімальне відміну фізико-механічних і теплофізичних властивостей матеріалів покриття та інструменту;
- мінімальну ймовірність виникнення твердофазних дифузійних реакцій при температурах різання між матеріалами покриття та інструменту.

Для виконання зазначених умов при розробці інструментального матеріалу з покриттям необхідно вирішувати наступні завдання:

1. Вибір складу покриття повинен здійснюватися, виходячи з умови максимального зниження ймовірності захоплення між оброблюваним матеріалом і покриттям. Мірою зниження схильності до адгезії може служити Термодінамічні критерії, відповідно до якого ізобарний потенціал реакції $\Delta G^{\circ T}$, що протікає в двомірному моноатомній просторі прикордонного шару між покриттям і оброблюваним матеріалом, повинен мати позитивне значення. Теоретичну оцінку адгезії між покриттям і оброблюваним матеріалом можна здійснити також за допомогою енергетичного критерію, згідно з яким мінімізація міцності адгезії може статися при мінімально значенні величин середніх значень енергії одиничних зв'язків пари «покриття - інструментальний матеріал».

									Лист
						ТММ.КР.18.05.С.ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

2. При виборі складу покриття необхідно забезпечувати досить велику міцність адгезії між матеріалами покриття та інструменту.

Максимальну міцність адгезії пари «покриття -Інструментальні матеріал» можна забезпечити при від'ємному значенні ізобарного потенціалу $\square G^\circ T$ реакції в двомірному моноатомній прикордонному шарі між ними або при максимальному значенні величин середніх енергій одиничних зв'язків пари «покриття -Інструментальні матеріал». При цьому матеріали покриття і інструмента не повинні утворювати тендітних интерметаллідів при термомеханічних навантаженнях, що виникають при різанні.

3. Задовільна працездатність інструменту з покриттям може бути забезпечена при оптимальних значеннях основних параметрів покриття (товщина, співвідношення товщини шарів, мікротвердість, фазовий склад, структура і т.д.). Тому при розробці інструменту з покриттям необхідно вирішити завдання оптимізації параметрів покриття в залежності від умов процесу різання.

Найбільш ефективно властивостями композиційного інструментального матеріалу з покриттям можна управляти за рахунок варіювання хімічним составом покриття, його структурою і типом зв'язку з інструментальним матеріалом. У свою чергу, зазначені параметри сильно залежать від методу нанесення покриття і технологічних умов формування вихідних властивостей інструментального матеріалу. Зокрема, сильний вплив на структуру і дефектність покриття, тип зв'язку з інструментальною матрицею може надати субструктура, забрудненість і дефекти приповерхневих шарів інструментального матеріалу.

4.6 Висновок

Слабкою ланкою інтенсивно розвиваються технологічних виробничих-них процесів обробки є ріжучий інструмент, що свідчить про необхідність серйозних зусиль з розробки інноваційних інструментальних матеріалів і різального інструменту нового покоління.

У світовій практиці виробництва ріжучого інструменту все більше при-трансформаційних змін знаходять інструменти з багатошарово-композиційними нанослойними і наноструктурованих функціональними покриттями, які дозволяють вирішувати гаму технологічних завдань щодо підвищення ефективності, точності і якості обробки.

В роботі розглянута методологія проектування функціональних покриттів для ріжучого інструменту, а також процеси асистіруемое вакуумно-дугового осадження з фільтрацією конденсату дозволяють збільшувати ефективність різних типів ріжучого інструменту за рахунок вдосконалення структури покриття, розвиненості межзеренного і міжшарових меж покриття, підвищення міцності адгезії покриття з субстратом. Різні типи розробити конструкцію працюючих функціональних покриттів, що наносяться на інструменти з швидкорізальної сталі, твердого сплаву і кераміки забезпечують підвищення стійкості

					ТММ.КР.18.05.С.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

інструменту до 1,5 ... 5 разів у порівнянні з відповідним показником інструменту зі стандартним покриттям і дозволяють збільшити продуктивність обробки за рахунок зростання швидкості різання на 20 ... 60%

					ТММ.КР.18.05.С.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

5 АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

5.1 Системи обмеження навантаження в свердлильних верстатах

В автоматизованих верстатах свердлильної групи при обробці глибоких отворів, необхідно передбачати захист останнього від поломки. Причиною виходу свердел з ладу є зростання крутного моменту, що виникає через забивання канавок свердла стружкою. Для захисту свердел від поломок при глибокому свердлінні необхідно обмежити зростання крутного моменту гранично допустимою величиною.

Для виконання подібних операцій розроблені пристрої захисту інструменту від поломок, в яких навантаження на свердло контролюється по току електродвигуна приводу головного руху. Паралельно фазам електродвигуна підключають конденсатори, що компенсують реактивну складову сили струму. При цьому реле струму, включається в одну з фаз електродвигуна, контролює не повну силу струму, а активно її частину, яка визначає однозначність контрольованого параметра в залежності від вимірюваної потужності при коливаннях напруги мережі.

При необхідності більш стабільною і точної роботи пристрою обмеження навантаження на свердло застосовують датчики контролю потужності. На рис. 5.1 показана схема пристрою контролю потужності застосована для свердління отворів.

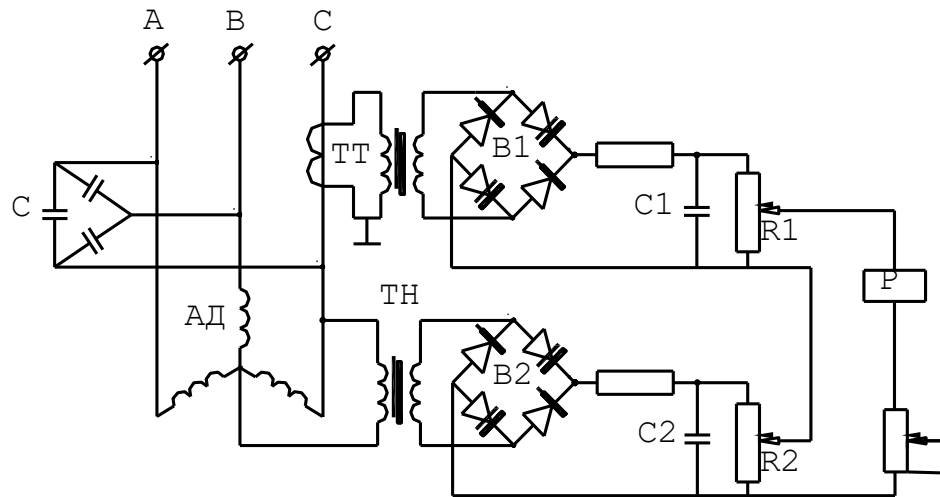


Рис. 5.1 Схема пристрою обмеження навантаження на свердло

У схемі використаний принцип заміни операції множення операцією алгебраїчного підсумовування. Працює схема наступним чином. В одну з фаз електродвигуна АД приводу головного руху включений трансформатор струму ТТ, напруга вторинної обмотки якого після підвищення в трансформаторі ТН і випрямлення подається на резистор $1R$ і підсумовується з напругою, що діють на

опорі $2R$ і пропорційним фазній напрузі двигуна.

	Результуюча напруга подається на обмотку реле Р	Останнє відрегульовано на певний стабільну напругу спрацьовування для підвищення точності роботи	Лист	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

пристрою паралельно фаз електродвигуна включені ємності, що компенсують реактивну складову струму.

У кваліфікаційній роботі пропоную застосувати пристрій, в основу якою покладено принцип векторного підсумовування сигналів. Схема пристрою (рис.5.2) виробляє сигнал, пропорційний активної потужності однієї фази асинхронного двигуна АД.

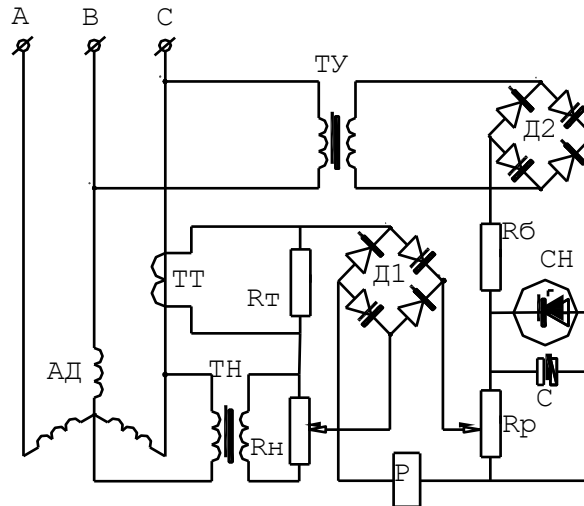


Рис.5.2 Схема датчика активної потужності

Щоб пристрій задану потужність (крутний момент) змінюють положення движка резистора R_H таким чином, щоб діюче значення знімається з нього напруги дорівнювало чинному наченням напруги на резисторі R_T . При такій настройці чутливість пристрою контролю активної потужності буде найбільша, а похибка мінімальна. Далі вибирають такий стан регулятора резистора R_p , щоб при заданому навантаженні реле P втягувало б свій якір. При цьому через обмотку реле P буде протікати струм, обумовлений різницею між напругою, пропорцій-нальним активної потужності, і опорним напругою, що знімається з резистора R_p

Висновок: Застосування описаного пристрою дозволяє автоматизувати процес глибокого свердління й підвищує його продуктивність

формат	Зона	Поз.	Позначенн	Найменуван	Кіл.	Примітка
				Документация		
				Сборочный чертеж		
				Сборочные единицы		
		1		Корпус	1	
				Детали		
		2		Ось	6	
		3		Рычаг	2	
				Стандартные изделия		
		4		Палец 7030-0908 18g6	1	
		5		Палец 7030-0928 18g6	1	
		6		Гидроцилиндр 7021-0221 ГОСТ19900-74	2	
		7		Винт М6х14 ГОСТ17475-72	4	
		8		Гайка М10.5ГОСТ5933-73	6	
		9		Шайба 10.01.05 ГОСТ10458-68	6	
		10		Шплинт 2,5х28-001 ГОСТ397-66	6	

	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.	Картавенко					Лит.	Лист	Листов
Пров.								

Приспосовування

ЛИТЕРАТУРА

1. Нефедов Н.А. Дипломное проектирование в машиностроительных техникумах - М I Высшая школа, 1986
2. Материалы в машиностроении Т. 1... 5./Под ред. Проф. Кудрявцева Н.В., М I Машиностроение, 1967
3. Справочник технолога-машиностроителя. Т. 1,2/Под ред. Косиловой А.Г. и I Мещерякова Р.К - М.. Машиностроение, 1985
4. Справочник технолога-машиностроителя. Т. 1. /Под ред. Малова А.Н. М.: [Машиностроение, 1973. 5. Нефедов Н.А , Осипов К.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту. -Машиностроение, 1990.
5. Дипломное проектирование по технологии машиностроения./Под ред. Бабука В.В. -| Минск. Высшая школа, 1979.
7. Металлорежущие станки с ЧПУ. Каталог. - М.: НИ Имаш, 1988.
8. Косилова Л.Г. и др. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении Справочник. -М.: Машиностроение, 1976.
9. Обработка металлов резанием: Справочник технолога/Под ред. М И Панова, 1989
10. Маталин А.А. Технология машиностроения: Учебник. -Л. Машиностроение, 1985
- И. Маталин А.А. Точность механической обработки и проектирования технологических процессов. -Л.: Машиностроение, 1970.
12. Ансеров Н.А Приспособления для металлорежущих станков. -М : Машиностроение, 1975.
13. Горошкин Л.К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник. -М.: Машиностроение, 1979.
14. Суворов А.А., Зайдлин Г.С., Стискин Г.М. Металлорежущий инструмент. Альбом. - М.: Машиностроение, 1979
15. Белоусов А.П., Дашенко А.Л. Основы автоматизации производства в машиностроении -М/ Высшая школа, 1989.
16. Автоматизация процессов машиностроения./Под ред. Дашенко А.П.-М.: Высшая школа, 1983.
17. Андреев А.А., Саблев Л.П., Шулаев В.М., Григорьев С.Н. Вакуумно-дуговые устройства и покрытия. Монография. – Харьков: ННЦ ХФТИ, 2005. – 236с.
18. Григорьев С.Н., Метель А.С., Исайков А.Н, Мельник Ю.А. Осаждение упрочняющих покрытий с помощью универсальных источников ускоренных частиц // Упрочняющие технологии и покрытия. – № 9, 2005. - С. 36-40.
- 19 Поляк М.С. Технология упрочнения: Технологические методы упрочнения. В 2-х т. Т.1. –М.:Машиностроение, Л. В. М.- СКРИПТ, 1995, 827 с.
20. Поляк М.С. Технология упрочнения: Технологические методы

	упрочнения. В 2-х	т. Т.2.	-М.:Машиностроение,	Л. В. М.- СКРИПТ, ТММ.КР.18.05.С.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

1995, 685 с.

21. Приходько В.М., Петрова Л.Г., Чудина О.В. Металлофизические основы разработки упрочняющих технологий. –М.: Машиностроение, 2003. –384 с.

22 Резников Л.А., Резникова Н.П., Савватимова И.Б. Повышение эксплуатационных характеристик деталей машин и металлорежущего инструмента методом ионной имплантации: Обзор. информ. - Тольятти: Фил. ЦНИИТЭИавтосельхозмаша, 1990.-66 с.

23 Табаков В.П., Смирнов М.Ю., Циркин А.В., Чихранов А.В. Износостойкие покрытия для поверхностного упрочнения режущих инструментов. – № 8, 2005. - С. 21-26.

24. Рыжкин А.А., Бровер Г.И., Пустовойт В.Н. Лазерное упрочнение металлообрабатывающего инструмента: Учеб. пособие. -Ростов н/Д, 1998.-125 с.

					ТММ.КР.18.05.С.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Дубл.																					
Взам.																					
Подл.																					
																		2			
Разраб.					НТУ “ДП”																
Нщрм.					Корпус																
М 01	Чугун СЧ20 ГОСТ 1412-85																				
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	Ким.	Код загот.	Профиль и размеры				КД	МЗ								
М 02						0,84	41112Х														
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции					Обозначение документа											
Б	Код, наименование оборудования, модель					См.	Проф.	Р	УТ	КР	Коид	ЕН	ОП	Кшт.	Т из.	Т шт.					
Р					Д или В L		t	i	S	N		V		Тв	То						
A01	XX. XX. XX. 015 4261 Фрезерно-сверлильная										ИОТ XXX										
B02	38.16.11 XXXX 2254BMФ4																				
T03	39.61.81 XXXX Приспособление специальное с пневмоприводом																				
04																					
O05	1. Установить, выверить и закрепить заготовку																				
O06	2. Фрезеровать плоскость основания																				
P07						170	2,2	1	0,2	400		125									0,7
T08	39.18.30 Фреза торцовая насадная Ø100, Z = 10, BK6 ГОСТ 9473-80																				
O10	3. Центровать 4 отв. Ø5 на глубину 5 мм																				

P11	5	5	2,5	4	0,14	1000	15,7	0,21
T12	39.12.10 Сверло центровочное Ø5 ОСТ2И20-5-80							
13								
O14	4. Сверлить 4 отв. Ø17,5 на проход							

Дубл.										
Взам.										
Подл.										
									3	

А	Цех				Уч.	PM	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа								
	Б	Код, наименование оборудования, модель							См.	Проф.	P	УТ	KP	Коид	ЕН	ОП	Кшт.	Тиз.	Тшт.
Р						Д или В L		t	i	S	n	V	Тв	То			
P01						17,5	18	8,75	4	0,28	500	27	0,74				
T02	29.12.67 Сверло спиральное Ø17,5, P6M5, ГОСТ20697-80																
03																	
O04	5. Зенкеровать 4 отв. Ø18 на проход																
P05						18	18	0,25	4	0,56	500	28	0,3				
T06	39.16.20 Зенкер оснащенный пластинами из твердого сплава ВК6 с коническим хвостовиком Ø18, ГОСТ3231 – 71																
07																	
O08	6. Снять деталь																
09																	
T10	39.33.11 Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89																
P11																	

O12
O13
P14
O15
T16
O17

МК	Обработка резанием											
Дубл.												
Взам.												
Подл.												
											5	

А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа									
						См.	Проф.	Р	УТ	КР	Кويد	ЕН	ОП	К шт.	Т из.	Т шт.
Б	Код, наименование оборудования, модель				См.	Проф.	Р	УТ	КР	Кويد	ЕН	ОП	К шт.	Т из.	Т шт.
Р					Д или В L	t	i	S	n	V	Tв	To			
A01	XX.XX.XX.	020	4221	Горизонтально – расточная		ИОТ XXX									
B02	38.12.61 XXXX 2620ВФ1														
03															
O04	1. Установить, выверить и закрепить деталь														
05															
O06	2. Подрезать правый торец начерно на Ø145, выдержав размер 31±0,42														
P07					145	1,5	1	0,7	200	91	0,19				
T08	39.21.01 Резец токарный проходной с пластиной твердого сплава ВК6, ГОСТ18878 – 73														

09															
O10	3. Подрезать правый торец получисто на $\varnothing 145$, выдержав размер $30 \pm 0,42$														
P11	145	1,0	1	0,3	200	91	0,43								
T12	39.21.01 Резец токарный проходной с пластиной твердого сплава ВК6, ГОСТ18878 – 73														
13															
O14	4. Расточить начерно отверстие $\varnothing 55,6^{+0,74}$ на проход														
P15	55,6	1,5	1	0,5	500	87	0,06								
T16	39.18.30 Оправка расточная $\varnothing 55,6$ ТУ2 – 035 – 775 – 80														
17															
МК	Обработка резанием														
Дубл.															
Взам.															
Подл.															
												6			
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции				Обозначение документа						
Б	Код, наименование оборудования, модель				См	Проф.	Р	УТ	КР	Конт.	ЕН	ОП	К шт.	Т из.	Т шт.
Р					Д или В L	t	i	S	n	V	Tв	To			
O01	5. Расточить получисто отверстие $\varnothing 56^{+0,74}$ на проход														
P02	56	0,2	1	0,25	800	140	0,07								
T03	39.18.30 Оправка расточная $\varnothing 56$ ТУ2 – 035 – 775 – 80														
04															
O05	6. Расточить фаску $2 \times 45^\circ$ на $\varnothing 56$														

P06		56		2	1	0,25	800	140	0,01						
T07	39.18.30 Оправка расточная Ø56 ТУ2 – 035 – 775 – 80														
08															
O09	7. Расточить начерно в упор отверстие Ø78,6 ^{+0,74} выдержав размер 60 ^{+0,74} мм														
P10		78,6		1,5	1	0,5	400	98,7	0,3						
T11	39.18.30 Оправка расточная Ø78,6 ТУ2 – 035 – 775 – 80														
12															
O13	8. Расточить получисто в упор отверстие Ø79 ^{+0,3} выдержав размер 60 ^{+0,74} мм														
P14		79		0,2	1	0,25	500	124	0,48						
T15	39.18.30 Оправка расточная Ø78,6 ТУ2 – 035 – 775 – 80														
16															
O17	9. Расточить начерно в упор отверстие Ø105 ^{+1,4} выдержав размер 198 ^{+1,15} мм.														
МК	Обработка резанием														
Дубл.															
Взам.															
Подл.															
									7						
A	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции				Обозначение документа						
B	Код, наименование оборудования, модель				См.	Проф.	P	УТ	КР	Код	ЕН	ОП	К шт.	Т из.	Т шт.
P				Д или В L	t	i	S	n	V	Tв	To				
P01				105	1,5	1	0,5	250	82						0,04
T02	39.18.30 Оправка расточная Ø105 ТУ2 – 035 – 775 – 80														
03															

004	10. Расточить фаску 2x45° на Ø79							
P05	79	2,0	1	0,25	500	124	0,01	
T06	39.18.30 Оправка расточная Ø79 ТУ2 – 035 – 775 – 80							
07								
008	11. Расточить начерно отверстие Ø84,4 ^{+0,35} на проход							
P09	84,4	1,5	1	0,5	400	106	0,07	
T10	39.18.30 Оправка расточная Ø84,4 ТУ2 – 035 – 775 – 80							
11								
O12	12. Расточить получисто отверстие Ø84,8 ^{+0,14} на проход							
P13	84,8	0,2	1	0,25	500	133	0,1	
T14	39.18.30 Оправка расточная Ø84,8 ТУ2 – 035 – 775 – 80							
15								
O16	13. Расточить чисто отверстие Ø85 ^{+0,054} на проход							
P17	85	0,1	1	0,18	500	133,4	0,16	

МК

Обработка резанием

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			

8

А	Ц	Уч.	РМ	Оп	Код, наименование операции	Обозначение документа														
Б					Код, наименование оборудования, модель	См	Проф.	Р	УТ	КР	Коид	ЕН	ОП	К шт.	Т из.	Т шт.				
Р					Д или В L	t	i	S	n			V			Тв	То				

T01	39.18.30 Оправка расточная Ø85 ТУ2 – 035 – 775 – 80														
02															
O03	14. Расточить начерно в упор отверстие Ø99,4 ^{+0,35} выдержав размер 122±0,5 мм.														
P04	99,4			1,5	1	0,5	315		98			0,77			
T05	39.18.30 Оправка расточная Ø99,4 ТУ2 – 035 – 775 – 80														
06															
O07	15. Расточить получисто в упор отверстие Ø99,8 ^{+0,14} выдержав размер 122±0,5 мм.														
P08	99,8			0,2	1	0,25	315		98,7			1,55			
T09	39.18.30 Оправка расточная Ø99,8 ТУ2 – 035 – 775 – 80														
10															
O11	16. Расточить чисто в упор отверстие Ø100 ^{+0,035} выдержав размер 122±0,5 мм.														
P12	100			0,1	1	0,11	400		125			2,8			
T13	39.18.30 Оправка расточная Ø100 ТУ2 – 035 – 775 – 80														
14															
O15	17. Расточить фаску 1x45° на Ø100														
P16	100			1,0	1	0,25	400		125			0,01			
T17	39.18.30 Оправка расточная Ø100 ТУ2 – 035 – 775 – 80														
Дубл.															
Взам.															
Подл.															
												9			
A	Це	Уч.	PM	Опе	Код, наименование операции				Обозначение документа						
	х			р.											
B	Код, наименование оборудования, модель				См	Проф.	P	УТ	КР	Коид	ЕН	ОП	К шт.	Т из.	Т шт.

Р	Д или В L	t	i	S	n	V	Tв	To
001	18. Центровать 4 отв. Ø5 на глубину 5 мм.							
P02	5	5	2,5	4	0,14	1000	15,7	0,21
T03	39.12.10 Сверло центровочное Ø5 ОСТ2И20-5-80, P6M5							
04								
005	19. Сверлить 4 отв. Ø8,43 на глубину 25 мм.							
P06	8,43	25	4,215	4	0,22	1250	33	0,44
T07	39.12.67 Сверло спиральное Ø8,43 с коническим хвостовиком, P6M5, ГОСТ10903 – 77							
08								
009	20. Зенковать 4 фаски 1,5x45 ⁰							
P10	8,43	1,5	1,5	4	0,22	1250	33	0,02
T11	39.16.30 Зенковка коническая с коническим хвостовиком, ГОСТ14953 – 80							
12								
013	21. Нарезать резьбу в 4-х отв. M10-7H на глубину 20 мм.							
P14	10	20	0,785	4	1,5	200	6,28	0,53
T15	39.13.30 Метчик с проходным хвостовиком для метрической резьбы M10-7H, ГОСТ3266-81							
16								
017	22. Повернуть стол на 90 ⁰							

Дубл.										
Взам.										
Подл.										
									10	

														11	
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа									
Б	Код, наименование оборудования, модель				См	Проф.	Р	УТ	КР	Коид	ЕН	ОП	К шт.	Т из.	Т шт.
Р					Д или В L	t	i	S	n	V		Тв	То		
Р01	16					0,785	1	1,5	250	12,5			0,08		
Т02	39.13.30 Метчик с проходным хвостовиком для метрической резьбы М16х1,5-7Н, ГОСТ3266-81														
03															
О04	28. Повернуть стол на 90 ⁰														
05															
О06	29. Подрезать левый торец начерно на Ø120, выдержав размер 271 _{-1,3} .														
Р07	120					1,5	1	0,7	200	75			0,25		
Т08	39.21.01 Резец токарный проходной с пластиной твердого сплава ВК6, ГОСТ18878 – 73														
09															
О10	30. Подрезать левый торец получисто на Ø120, выдержав размер 270 _{-1,3} .														
Р11	120					1,0	1	0,3	200	75			0,58		
Т12	39.21.01 Резец токарный проходной с пластиной твердого сплава ВК6, ГОСТ18878 – 73														
13															
О14	31. Обточить начерно Ø120,4 _{-0,35} с подрезкой торца фланца в размер 16±0,215														
Р15	120,4					1,5	1	0,7	200	77,5			0,13		
Т16	39.21.01 Резец токарный проходной упорный отогнутый с пластиной твердого сплава ВК6, ГОСТ18878 – 73														
17															

Дубл.															
Взам.															
Подл.															
													12		
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции				Обозначение документа						
Б	Код, наименование оборудования, модель				См	Проф.	Р	УТ	КР	Код	ЕН	ОП	Кшт.	Т из.	Т шт.
Р					Д или В L	t	i	S	n	V	Tв	To			
001	32. Обточить полуцисто $\varnothing 120^{(-0,036)}_{(-0,123)}$ с подрезкой торца фланца в размер $17 \pm 0,215$														
Р02	120				17	0,2	1	0,35	200	75,6	0,25				
Т03	39.21.01 Резец токарный проходной упорный отогнутый с пластиной твердого сплава ВК6, ГОСТ18878 – 73														
04															
005	33. Точить фаску 6×45^0 на $\varnothing 120$														
Р06	120				6	1	0,35	200	75,6	0,085					
07															
008	34. Центровать 4 отв. $\varnothing 5$ на глубину 5 мм														
Р09	5				5	2,5	4	0,14	1000	15,7	0,21				
Т10	39.12.10 Сверло центровочное $\varnothing 5$ ОСТ2И20-5-80, Р6М5														
11															
012	35. Сверлить 4 отв. $\varnothing 18$ на проход														
Р13	18				9	4	0,35	500	28	0,7					
Т14	39.12.67 Сверло спиральное $\varnothing 18$ с коническим хвостовиком, Р6М5, ГОСТ10903 – 77														
15															

О16	36. Зенковать 4 отв. $\varnothing 30^{+0,52}$ на глубину 2 мм.									
Р17	30	2	6	4	0,2	250	23	0,16		

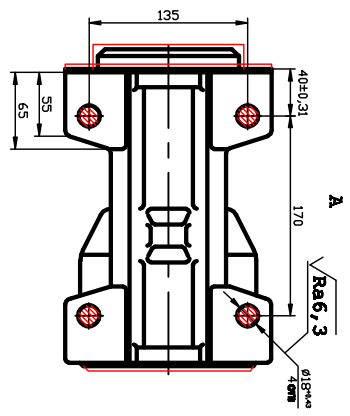
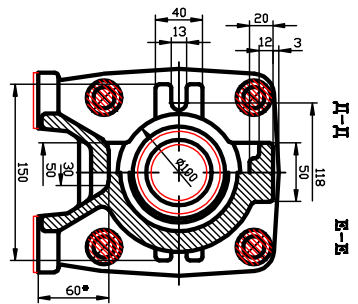
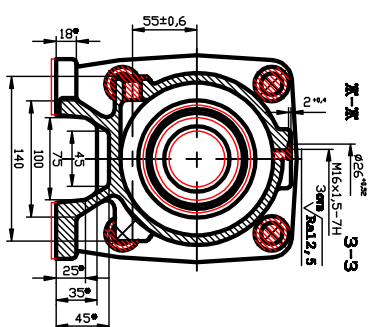
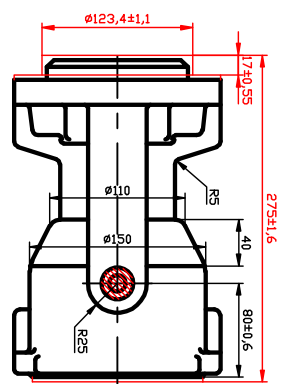
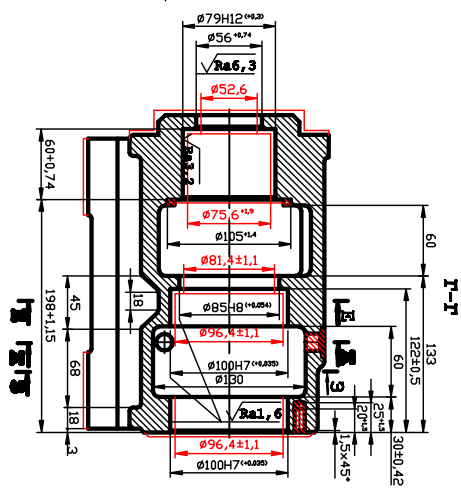
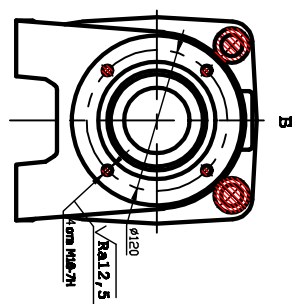
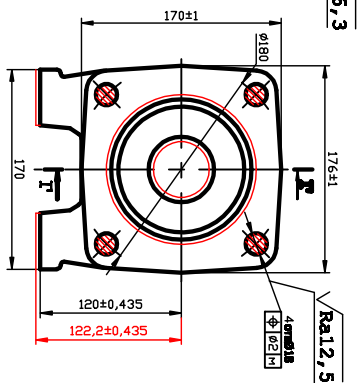
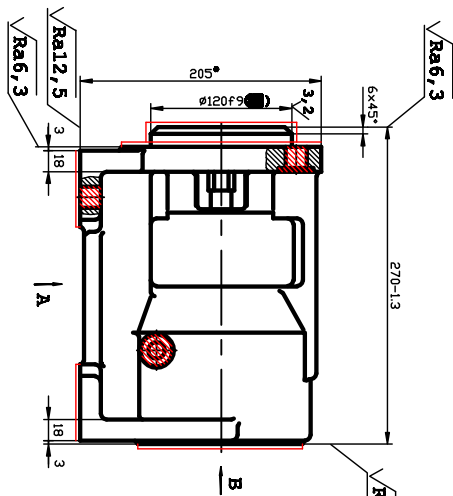
Дубл.																					
Взам.																					
Подл.																					
																		13			
А	Ц х	У ч.	Р М	О п р.	Код, наименование операции						Обозначение документа										
Б					Код, наименование оборудования, модель					С м	П р о ф.	Р	У Т	К Р	К о и д	Е Н	О П	К ш т.	Т и з.	Т ш т.	
Р					Д или В L					t	i	S	n	V	T v	T o					
001	37. Повернуть стол на 90 ⁰																				
02																					
003	38. Повторить переходы 23, 24, 25, 26 27																				
04																					
005	43. Снять деталь																				
06																					
T07	39.34.50 Нутромер НИ50-100 ГОСТ868-82																				
T08	39.33.11. Штангенциркуль ШЦ-П-160-0,05 ГОСТ 166-89																				
T09	Штангенглубомер ШГ160-0,05 ГОСТ162-90																				
T10	Штангенглубомер ШГ250-0,05 ГОСТ162-90																				
T11	39.33.11. Штангенциркуль ШЦ-315-0,1 ГОСТ 166-89																				
T12	39.31.20. Калибр-скоба $\varnothing 120f9$																				

T13	39.31.40 Пробка 8221-3068-7Н ГОСТ17758-72 (M16x1,5)
14	39.31.40 Пробка 8221-3044-7Н ГОСТ17758-72 (M10x1,5)
O15	
P16	
17	

Дубл.																		
Взам.																		
Подл.																		
																		15

А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа											
						См.	Проф.	Р	УТ	КР	Код	ЕН	ОП	К шт.	Т из.	Т шт.	
Б	Код, наименование оборудования, модель					См.	Проф.	Р	УТ	КР	Код	ЕН	ОП	К шт.	Т из.	Т шт.	
Р	Д или В L					t	i	S	n	V	Tв	To					
A01	XX.XX.XX.	025	4261	Сверлильная		ИОТ. XXX											
B02	38.16.11	XXXX	2254ВМФ4														
T03	39.61.81 Приспособление специальное с пневмоприводом																
04																	
O05	1. Установить и закрепить деталь																
06																	
O07	2. Повторить переходы 23, 24, 25, 26 27																
08																	
T09	7. Снять деталь.																

T10	39.33.11 Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89
T11	39.31.40 Пробка 8221-3068-7H ГОСТ17758-72 (M16x1,5)
12	
13	
14	
15	
16	
17	

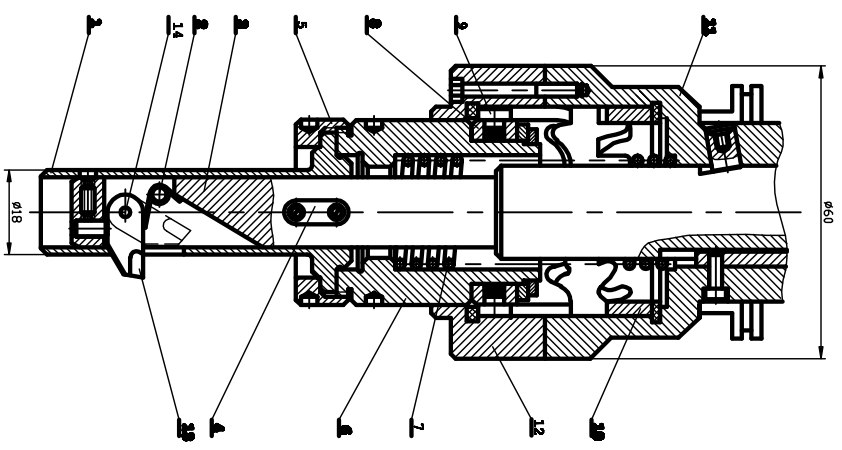


1. Чертежи составлены 10.04.10 по ГОСТ26664-85
2. Изготовлено по формульному заказу по ГОСТ212-80 код 111
3. Изготовлено в заводских условиях (ЗАО "ИП")
4. "Исполнение для заказчика"
5. Основное наименование: гидроцилиндр к станку по ОСТ1144107-79
6. ИЛ6, ИЛ6, ИЛ162
7. Внутреннее заводское обозначение: гидроцилиндр к станку по ОСТ1144107-79
8. ИЛ6, ИЛ6, ИЛ162
9. Внутреннее обозначение: ИЛ132 по ГОСТ6631-74 (вместо ИЛ6)
10. ИЛ6, ИЛ6, ИЛ162

ИМ. КР. 18.05.ТР		Копия		16 1:2	
СЭД ИОСТ1412-85		ИОСТ1412-85		1:1	

✓(✓)

Лист N 001 Лист u 001 Лист u02 N Лист N 002 Лист u 001



1. МАТЕРИАЛ ДЕРЖАВКИ-СТАЛЪ 40Х
 ГОСТ 4543-71
 2. ИЛЛАСТВА НА ТЪРНОТО СИЛА
 ГОСТ 19042-80

ИЗПОЛНИТЕЛ	ПРОЕКТИРАЩИ	ПРОВЕРИЛИ	УТВЪРДИЛИ
СЕРГЕЙ КИРИЛ	СЕРГЕЙ КИРИЛ	СЕРГЕЙ КИРИЛ	СЕРГЕЙ КИРИЛ
ОПРАТНИК	ОПРАТНИК	ОПРАТНИК	ОПРАТНИК
СЕРГЕЙ КИРИЛ	СЕРГЕЙ КИРИЛ	СЕРГЕЙ КИРИЛ	СЕРГЕЙ КИРИЛ
ТАРИХ	ТАРИХ	ТАРИХ	ТАРИХ
13.11.11	13.11.11	13.11.11	13.11.11

ТММ. КР. 18. 05. КР
 СЕРГЕЙ КИРИЛ
 ОПРАТНИК

Лист N 001 Лист u 001 Лист u02 N Лист N 002 Лист u 001

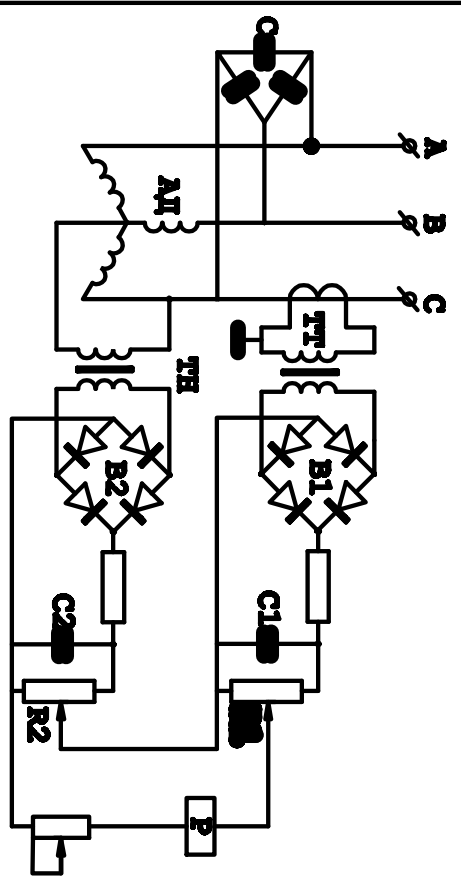
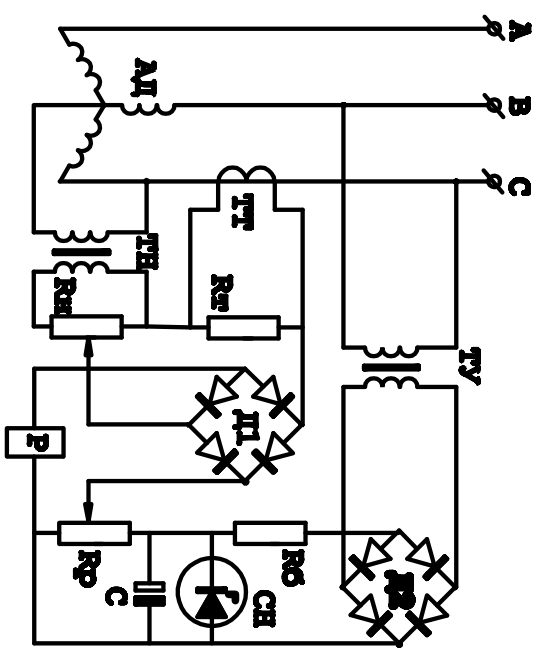


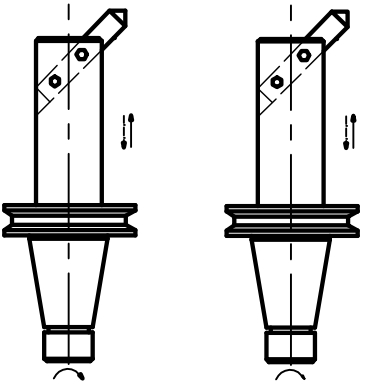
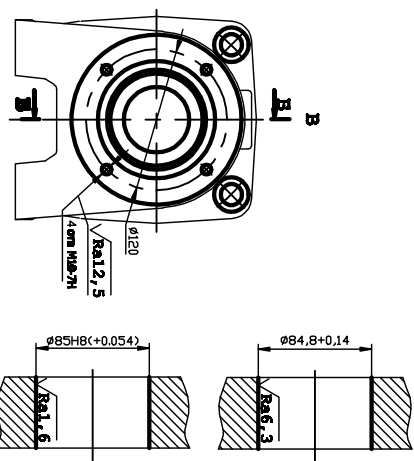
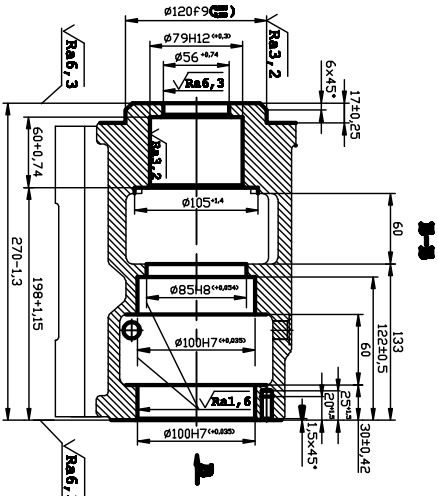
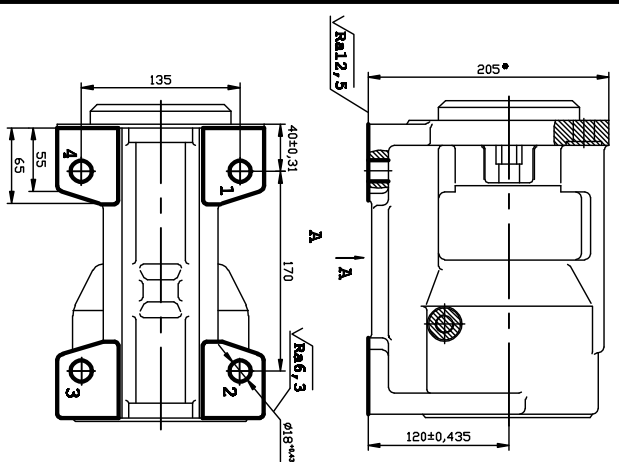
Схема работната система свързана на осигуряване



Изпълняващата схема свързана с осигуряване

ИЗПОЛНИТЕЛ	ПРОЕКТИРАЩИ	ПРОВЕРИЛИ	УТВЪРДИЛИ
СЕРГЕЙ КИРИЛ	СЕРГЕЙ КИРИЛ	СЕРГЕЙ КИРИЛ	СЕРГЕЙ КИРИЛ
ОПРАТНИК	ОПРАТНИК	ОПРАТНИК	ОПРАТНИК
СЕРГЕЙ КИРИЛ	СЕРГЕЙ КИРИЛ	СЕРГЕЙ КИРИЛ	СЕРГЕЙ КИРИЛ
ТАРИХ	ТАРИХ	ТАРИХ	ТАРИХ
13.11.11	13.11.11	13.11.11	13.11.11

ТММ. КР. 18. 05. АПТИ



N	Сечение перехода	t	S	п	В	Т
2	Диаметр отверстия	2.4	0.21	480	129	0.7
3	Диаметр отверстия	2.4	0.14	1000	157	0.41
4	Диаметр отверстия	1.75	0.28	500	27	0.74
5	Диаметр отверстия	0.25	0.26	500	28	0.3

Резак: резак

ПЕРЕХОД 2

ПЕРЕХОД 3

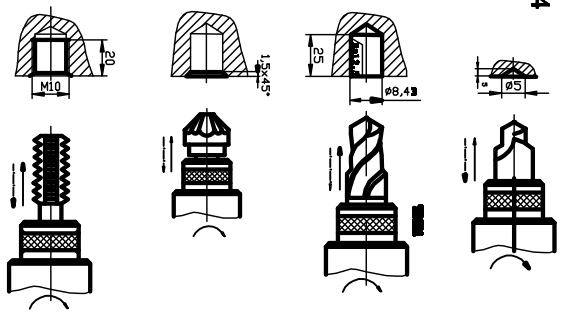
ПЕРЕХОД 4

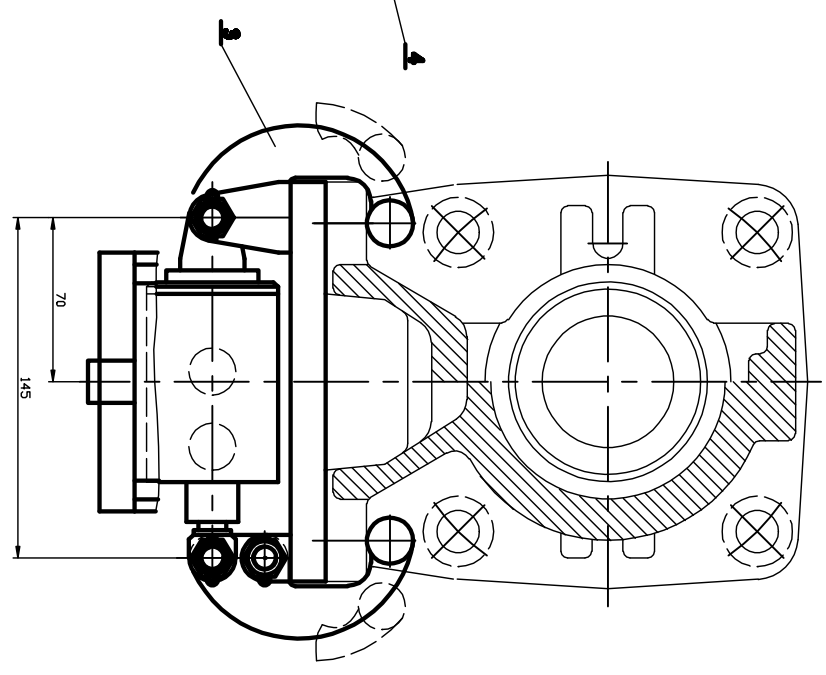
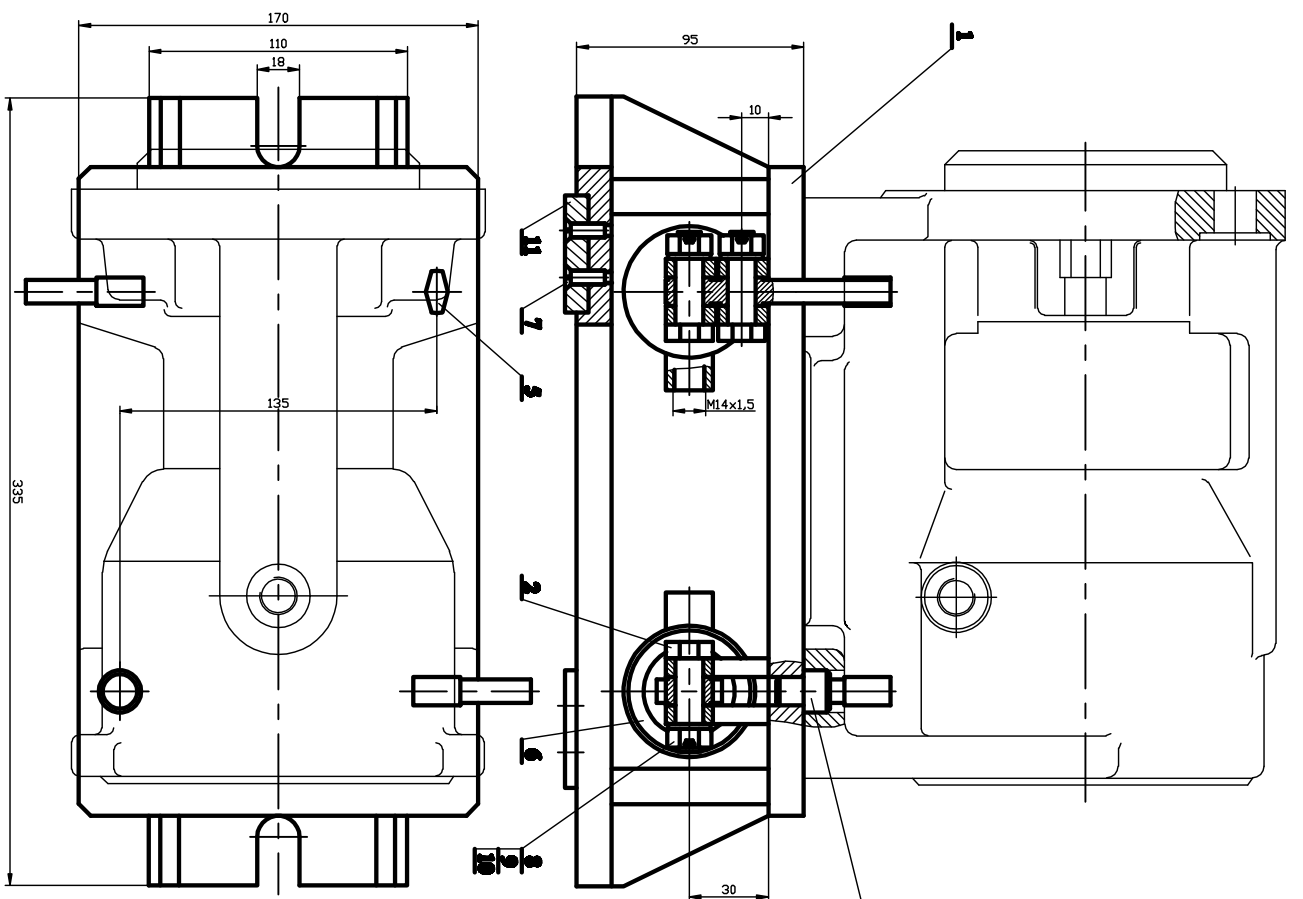
ПЕРЕХОД 5

ОПЕРАЦИЯ 020 ГОРИЗОНТАЛЬНО-РАСЧОЧНАЯ СТАНОК МОДЕЛИ 2620ВФ1Ф4

Резак: резак

N	Сечение перехода	t	S	п	В	Т
12	Диаметр отверстия	0.4	0.25	500	129	0.4
13	Диаметр отверстия	0.4	0.18	500	133	0.48
14	Диаметр отверстия	0.18	0.14	1000	157	0.41
15	Диаметр отверстия	1.5	0.25	1250	33	0.44
16	Диаметр отверстия	1.5	0.25	1250	33	0.44
17	Диаметр отверстия	1.5	0.25	200	628	0.5

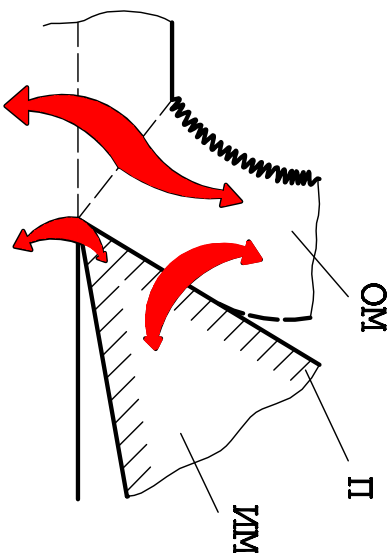




ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

- 1. Рабочее давление, МПа 0,2
- 2. Диаметр корпуса, мм 40
- 3. Угол наклона, град 30
- 4. Определяющее значение давления, МПа

ТММ, КР. 18.05.ТР		Исполн. Мухом. Золоткина	
Пригодное для		1 : 1	
Дата	Лист	№ документа	Итого листов
15.11.2017	1	ТММ-18.05-ТР	1

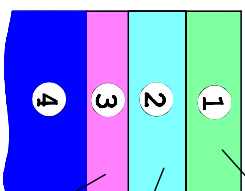


<p>Роль покрытия на границах контакта OM-II</p> <ul style="list-style-type: none"> -Снижение физико-химической активности инструментального материала по отношению к обрабатываемому; -Снижение трения на площади как контакта; -Снижение работы friction-ных источников тепла; -Снижение интенсивности тепловых потоков; -Уменьшение интенсивности диффузионных процессов между контактирующими инструментальным и обрабатываемым материалами 	<p>Роль покрытия на границах контакта II-IM</p> <ul style="list-style-type: none"> -Повышение поверхностной твердости инструментального материала; -Повышение поверхностной теплопроводности инструментального материала; -Повышение износостойкости инструментального материала; -Снижение теплопроводности инструментального материала; -Создание барьера диффузионным процессам между обрабатываемым и инструментальным материалами; -Создание препятствия теплового потока из зон трения
---	--

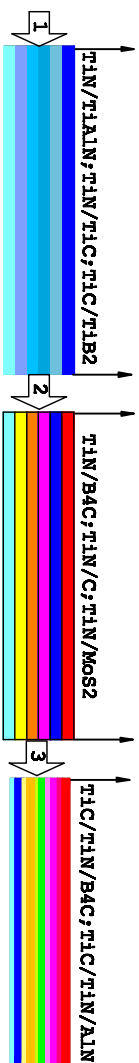
Результат: Снижение трения, сил резания, контактной температуры, уменьшение тепловой напряженности инструмента, деформации, системы резания в целом, снижение интенсивности изнашивания инструмента

Систематизация требований к покрытию для ЭИ

Максимальное качественное взаимодействие с обрабатываемым материалом	Эффекты
<p>Метод достижения</p> <ul style="list-style-type: none"> -Высокая термодинамическая стабильность; -Высокая прочность; -Олигичные кристаллохимического строения материалов покрытия и контактируемого материала 	<ul style="list-style-type: none"> -Химическое взаимодействие; -Механическое взаимодействие -Трибологическое взаимодействие
Высокая твердость, теплоустойчивость и вязкость разрушения	Эффекты
<p>Метод достижения</p> <ul style="list-style-type: none"> -Ограничения образования и распространения трещин создаем внутренним граничным поперечностям; -Комбинация слоев с различными функциями в многослойной архитектуре покрытия 	<ul style="list-style-type: none"> -Получение энергии, разрыв влечения трещин, снижение напряжений, создание полей напряжений, внутренние трещины на поверхности
Высокая прочность адгезии с субстратом	Эффекты
<p>Метод достижения</p> <ul style="list-style-type: none"> -Кристаллохимическое подобие структур материала покрытия и субстрата; -Снижение уровня тепловых напряжений; 	<ul style="list-style-type: none"> Снижение напряжений на границах раздела "покрытие-субстрат"

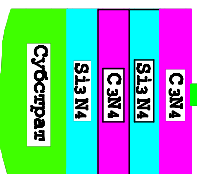


Классификация многослойно-композиционных наноструктурных по архитектуре



Направление роста покрытия

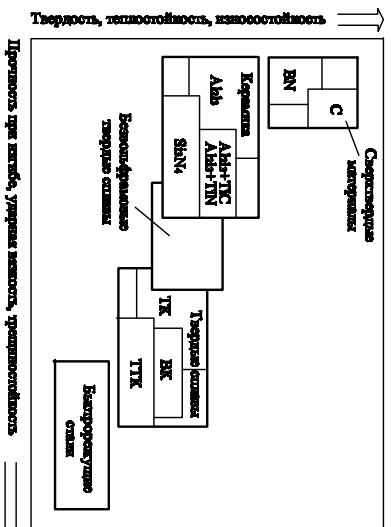
Архитектура покрытия



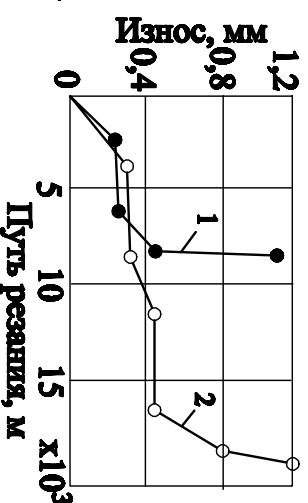
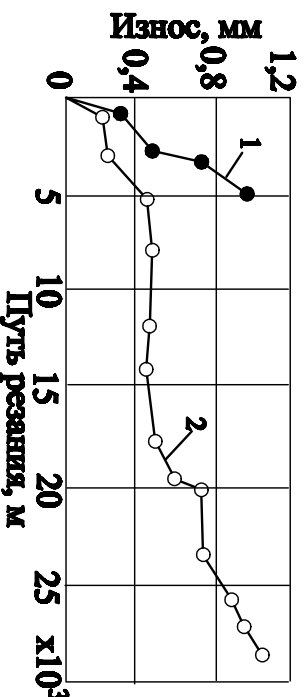
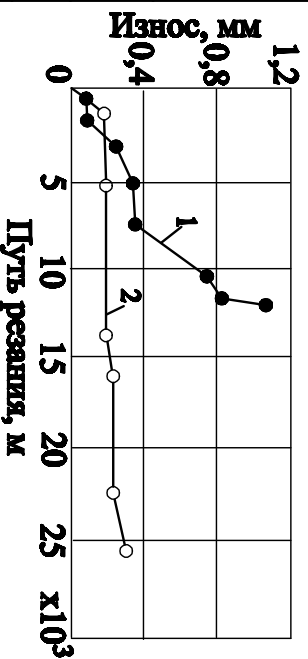
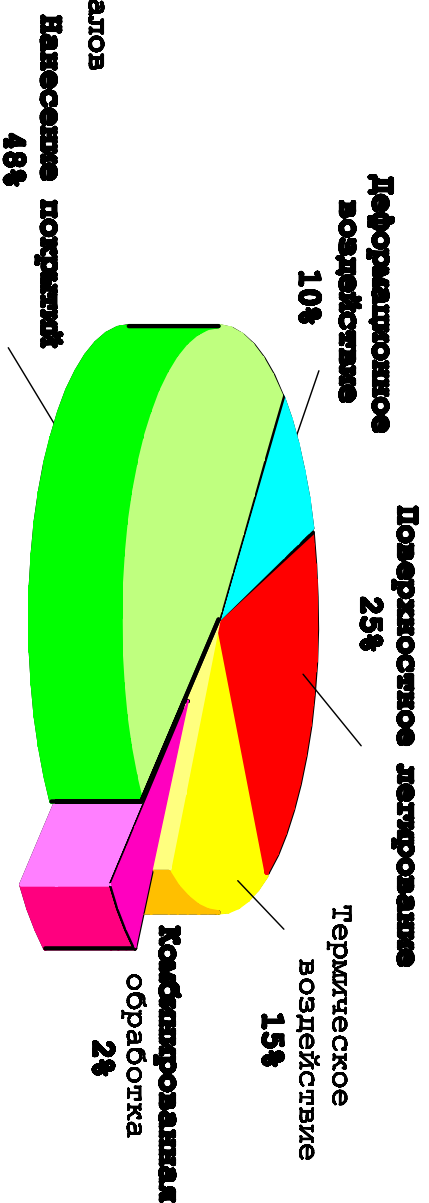
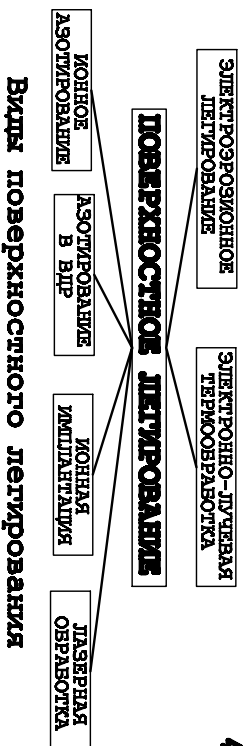
Обобщенное представление о двойственной природе покрытий на рабочих поверхностях инструмента

Систематизация требований к покрытию для ЭИ	
Метод достижения	Эффекты
Максимальное качественное взаимодействие с обрабатываемым материалом	Химическое взаимодействие; Механическое взаимодействие; Трибологическое взаимодействие
Высокая твердость, теплоустойчивость и вязкость разрушения	Получение энергии, разрыв влечения трещин, снижение напряжений, создание полей напряжений, внутренние трещины на поверхности
Высокая прочность адгезии с субстратом	Снижение напряжений на границах раздела "покрытие-субстрат"

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА



Классификация инструментальных материалов по их свойствам



Зависимость износа по задней поверхности от пути резания исходных (1) и имплантированных гелием (2) сплавов из твердых сплавов Т15К6 (а), Т5К10 (б), ВК8 (в)