

Міністерство освіти і науки України
ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ «БЕРДЯНСЬКИЙ
МАШИНОБУДІВНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ
Національного університету «Запорізька політехніка»

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ (Ч2)

З ДИСЦИПЛІНИ

ОСНОВИ ОБРОБКИ МАТЕРІАЛІВ ТА ІНСТРУМЕНТ

галузі знань: 13 Механічна інженерія
27 Транспорт

спеціальності:

- 133 Галузеве машинобудування (спеціалізація: «Технологія обробки матеріалів на верстатах і автоматичних лініях»)
- 131 Прикладна механіка (спеціалізація: «Технічне обслуговування і ремонт устаткування підприємств машинобудування»)
- 131 Прикладна механіка (спеціалізація: «Обслуговування верстатів з програмним управлінням і робототехнічних комплексів»)
- 274 Автомобільний транспорт (спеціалізація: «Обслуговування та ремонт автомобілів і двигунів»)

Лекція 1.

ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ

Для виготовлення робочої частини різального інструмента використовуються інструментальні вуглецеві, леговані та швидкорізальні сталі, тверді сплави, керамічні матеріали, надтверді матеріали.

1.1. Інструментальні сталі

Вуглецеві інструментальні сталі використовуються для виготовлення інструментів, які призначені для обробки металів з низькими швидкостями різання ($V = 10-15$ м/хв). Норми твердості та область використання вуглецевих інструментальних сталей наведені в табл. 1.1.

Норма твердості вуглецевих інструментальних сталей

Таблиця 1.1

Марка сталі	Твердість НВ у відпаленому стані, не більше	Область використання
У10, У10А	197	Малорозмірний різальний інструмент, свердла, мітчики, розгортки, плашки, фрези
У11, У11А, У12, У12А	207	Свердла, розвертки, мітчики, плашки, фрези

Примітка: До групи високоякісних відносяться марки сталі з літерою А.

Вуглецеві інструментальні сталі погано загартовуються, вимагають застосування при цьому високих швидкостей охолодження, що викликає підвищене жолоблення інструмента і небезпечність виникнення тріщин.

Леговані інструментальні сталі поділяються на сталі неглибокого прогартовування (марок 13Х, 11ХФ) і сталі глибокого прогартовування (марок Х, 9ХС, ХВГ, ХВСГ) [Норми твердості та область застосування легованих інструментальних вуглецевих сталей].

Найбільшого розповсюдження для виготовлення різального інструмента отримали сталі марок 9ХС, ХВГ і ХВСГ. Сталь 9ХС відрізняється доброю прогартовуваністю. Завдяки наявності кремнію зменшується чутливість до зневуглецювання, зберігається більш дрібна зернистість, забезпечується рівномірне розподілення карбідів (див. табл. 1.2).

Норми твердості деяких марок легованих інструментальних сталей
Таблиця 1.2

Марка сталі	Твердість HB у відпаленому стані, не більше	Область використання
ПХФ(ПФ)	229	Мітчики та інші інструменти діаметром до 10 мм
ХВЧ(ХВ5)	255	Різці та фрези при обробці твердих металів з невисокими швидкостями різання
Х	229	Різці
9ХС	241	Свердла, розвертки, мітчики, плашки, фрези
ХВГ	255	Протяжки, довгі мітчики
ХВСТ	255	Круглі плашки, розгортки тощо

Швидкість різання інструментами з легованої сталі підвищується в 1,2-1,4 рази в порівнянні з інструментами із інструментальних вуглецевих сталей, що дозволяє виготовляти з цієї сталі інструменти великого діаметра, а також нарізні інструменти з дрібним кроком різьби.

Відмінною особливістю сталі ХВГ є її незначне жолоблення при термічній обробці. Тому вона використовується для виготовлення довгих інструментів. Однак сталь ХВГ має підвищену карбідну неоднорідність, понижений опір пластичним деформаціям, що не дозволяє рекомендувати її для інструментів, що працюють у важких умовах.

Швидкорізальні інструментальні сталі поділяються на сталі нормальної продуктивності (марок Р18, Р12, Р9, Р6М5 та ін.) і сталі підвищеної продуктивності (марок Р6М5Ф3, Р12Ф3, Р9К5, Р6М5К5 та ін.). У порівнянні з інструментами з вуглецевих і легованих інструментальних сталей інструменти із швидкорізальних сталей мають більш високі теплостійкість (600-700 °С) і зносостійкість. Це дозволяє в 2,5-3 рази збільшувати швидкість різання у порівнянні з інструментами з вуглецевих або легованих сталей.

Норми твердості та область використання основних марок швидкорізальних сталей наведені в табл. 1.3.

Норми твердості швидкорізальних сталей.

Таблиця 1.3

Марки сталі	Твердість після відпалу нв, не більше	Область використання
P18	255	Для всіх видів різальних інструментів при обробці конструкційних матеріалів
P12	255	Те ж, що і для сталі P18
P9	255	Для інструментів простої форми при обробці конструкційних матеріалів
P6M5	255	Те ж, що і для сталі P18
P6M5Ф3	269	Для чистих і напівчистих інструментів при обробці конструкційних сталей
P12Ф3	269	Для чистих інструментів при обробці в'язкої і аустенітної сталі та матеріалів, що мають абразивні властивості
P18K5Ф2	285	Для чорнових і напівчистих інструментів при обробці високоміцних, корозійностійких і жароміцних сталей та сплавів
P9K5	269	Для інструментів при обробці корозійностійких сталей і жароміцних сплавів, а також сталей підвищеної твердості
P6M5K5	269	Для чорнових і напівчистих інструментів при обробці легированих, а також корозійностійких сталей
P9K10	269	Те ж, що і для сталі P9K5
P9M4K8	285	Для інструментів при обробці високоміцних. жароміцних і корозійностійких сталей і сплавів
P10K5Ф5	285	Для інструментів при обробці матеріалів, що мають абразивні властивості

При обробці різанням використовують порошкові швидкорізальні сталі Р6М5Ф3-МП, Р12Ф2-МП, Р6М5К5-МГ1 та ін. При використанні порошкової металургії дисперсність карбідів в сталях виросла в 15-20 разів при приблизно рівномірному розподіленні їх в об'ємі металу, що сприяло підвищенню властивостей і зменшенню їх анізотропій. Перевага порошкових сталей проявляється у підвищенні порошкових швидкорізальних сталей, стійкість інструмента підвищується в 1,5-2,0 рази, а в великогабаритних інструментів діаметром понад 80 мм - до 3-4 разів у порівнянні з аналогічним інструментом із сталі традиційного способу виробництва.

Найбільш раціонально порошкові сталі використовувати при обробці важкооброблюваних складнолегованих матеріалів і матеріалів, які мають підвищену твердість ($HRC > 30$), а також для виготовлення великогабаритних інструментів діаметром понад 80 мм.

Особливе місце серед інструментальних матеріалів, які виготовляються методом порошкової металургії, займають карбідні сталі, до складу яких входить легована матриця і переважно карбіди титану з масовою часткою 20-70 %. Карбідні сталі мають високі твердість (до 86-88 HRA) і зносостійкість. Область їх використання - деякі види кінцевого інструмента, протяжки. При обробці важкооброблюваних матеріалів рекомендуються дисперсійно твердіючі швидкорізальні сплави з температурою обробки до 725 °С при задовільних механічних властивостях.

Розроблені безвольфрамові швидкорізальні сталі 9ХС МЗФЗАГСТ та (Х, МЗФ2ГСТ). За різальними властивостями вони відповідають сталі Р6М5, що і визначає область їх використання.

За формою та розмірами інструментальні сталі виготовляються:

- ковані круглого і квадратного перерізів з діаметром і розміром сторони квадрата відповідно від 40 до 200 мм;
- гарячекатані круглого перерізу діаметром від 5 до 25 мм;
- гарячекатані квадратного перерізу з розміром сторони квадрата від 5 до 260 мм;
- смугами гарячекатані та ковані з розмірами перерізу від 3х12 до 80х300 мм;
- калібровані круглого перерізу діаметром від 3 до 100 мм.

Крім того, вуглецеві інструментальні сталі поставляються як прокат у вигляді гарячекатаного шестигранника з розміром під ключ від 3 до 100 мм, сріблянки діаметром від 0,2 до 50 мм; леговані інструментальні сталі - квадратного перерізу з розміром сторони від 3 до 100 мм, а також у вигляді сріблянки діаметром від 0,2 до 50 мм; швидкорізальні сталі - у вигляді сріблянки діаметром від 1 до 25 мм і шайб діаметром 100-200 мм із співвідношенням висоти до діаметра, що дорівнює 0,8-1,3.

Сталь поставляється партіями, що складаються з прутків, смуг однієї партії плавки, одного розміру і одного режиму термічної обробки. Глибина знеуглецьованого шару гарячекатаної, кованої та каліброваної швидкорізальної сталі не повинна перевищувати на сторону 0,5 мм плюс 1 % від діаметра круга, сторони квадрата, товщини смуги. Глибина

зневуглецьованого шару гарячекатаної та кованої легованих сталей не повинна перевищувати 0,35-1,3 мм для діаметра від 4 до 100 мм, а у каліброваних - 1,5 % від діаметра, за винятком сталі, легованої кремнієм, для якої зневуглецьований шар не повинен перевищувати 2 % від діаметра. Глибина зневуглецьованого шару гарячекатаної та кованої вуглецевої сталі діаметром від 6 до 60 мм не повинна перевищувати 0,30-0,05 мм, а для діаметрів понад 60 мм - 1,5 % від величини діаметра. Для всіх інструментальних сталей на сріблянці зневуглецьований шар не допускається. Інструментальні сталі повинні мати певну технологічність. До найбільш суттєвих технологічних властивостей інструментальних сталей необхідно віднести пластичність їх при гарячій обробці (ковкість), чутливість до зневуглецювання, оброблюваність лезовим інструментом в стані постачання, шліфування, відсутність схильності до утворення тріщин при напаяванні, заточуванні та доводці тощо.

Вуглецеві інструментальні сталі в стані постачання мають низьку твердість. Тому вони добре обробляються різанням і тиском. Проте вони вимагають при загартуванні високу швидкість охолодження, що обумовлює підвищене жолоблення та небезпеку виникнення тріщин.

Леговані інструментальні сталі також добре обробляються різанням, мають велику прогартуваність, меншу чутливість до перегрівання, ніж вуглецеві сталі. Важлива властивість при практичному використанні швидкорізальних сталей - висока пластичність в інтервалі температур 900-200 °С. Для оцінки пластичності зразки із швидкорізальної сталі підлягають статичному крученню. За критерій пластичності приймається число закручень, яке витримує зразок.

Деякі технологічні властивості вуглецевих і легованих інструментальних сталей.

Таблиця 1.4

Марка сталі	Обробка лезовим інструментом		Шліфування
	Кобр	KV	
У10, У10А	1,0	1,1	Добре
У11, У11 А	0,9	0,9	Добре
У12, У12А	0,8	0,9	Добре
ІХ, 11ХФ	1,0	1,1	Задовільне
Х	0,5	0,9	Задовільне
9ХС	0,5	0,9	Задовільне
ХВГ, ХВСГ	0,5	0,8	Задовільне

Технологічні властивості швидкорізальних сталей.

Таблиця 1.5

Марка сталі	Пластичність при T,°C			Kv	Kш	Схильність до перегрівання	Схильність до знеуглецювання
	900	1100	1200				
P6M5	9,5	7,4	5,2	1,0	0,8	Так	Підвищена
P6M5K5	5,5	6,5	5,5	0,75	0,8	-	-
P9	9,3	6,3	4,5	1,30	0,4	-	Задовільна
P9K5	6,1	6,1	5,7	0,85	0,4	-	Підвищена
P9K10	6,0	7,9	6,1	0,75	0,4	-	-
P9M4K8	4,9	7,1	5,6	0,65	0,6	-	-
P12	6,3	5,5	5,0	1,20	0,8	Не менше ніж у P9	Задовільна
P12	6,3	5,5	5,0	1,20	0,8	Те ж	Те ж
P18	4,0	5,6	4,9	1,0	1,0	Ні	Те ж

Примітка: Пластичність у- $0,628\pi$, де π - число обертів, на яке закрутився зразок при дослідженні; Kv - коефіцієнт обробки твердосплавним різцем сталі в стані постачання; Kш - коефіцієнт шліфування сталі в термічно обробленому стані.

Деякі технологічні властивості найбільш розповсюджених вуглецевих і легованих інструментальних сталей наведені в табл. 1.4, а швидкорізальних сталей - в табл. 1.5.

1.2. Тверді сплави

Для обробки матеріалів різанням використовують тверді сплави чотирьох основних груп: вольфрамокобальтові, титано- вольфрамові, титанотанталовольфрамові та безвольфрамові.

Вольфрамокобальтові сплави складаються з карбіду вольфраму і кобальту. В позначеннях марок твердих сплавів групи ВК цифра вказує відсотковий зміст кобальту. Наприклад, до складу сплаву ВК6 входить 6 % кобальту і 94 % карбіду вольфраму. Для виготовлення різального інструменту використовують сплави ВК3, ВК3М, ВК4, ВК6, ВК6-М, ВК6-ОМ, ВК8, ВК10, ВК10-М, ВК10-ОМ. В позначенні марок дрібнозернистого твердого сплаву ставиться літера М, особливо дрібнозернистих сплавів (основна маса зерен карбіду вольфраму має розмір менше 1 мкм) - літери ОМ, а сплавів з добавкою карбідів хрому - літера Х. При збільшенні в сплавах вмісту кобальту межа міцності при згині зростає від 1176 МПа у сплаві ВК3 до 1470 МПа у сплаві

ВКЮ-ОМ. В той же час твердість HRA зменшується від 89,3 до 88,5, тому сплав ВКЗ з мінімальним вмістом кобальту, як найбільш зносостійкий, але найменш міцний, рекомендується для чистової обробки, а сплави ВК8, ВК10М і ВКЮ-ОМ - для чорнової обробки. Сплави групи ВК рекомендуються переважно для обробки чавунів, кольорових металів, склопластиків. Двокарбідні тверді сплави групи ТК складаються з карбідів вольфраму, титану і кобальтової зв'язки (WC - TiC - Co). В позначеннях марок твердих сплавів групи ТК цифра після літери Т вказує відсотковий вміст карбідів титану, а після літери К - відсотковий вміст кобальту. Наприклад, сплав Т15К6 вміщує 18 % карбідів титану, 6 % кобальту і 79 % карбідів вольфраму. Для виготовлення різального інструмента використовують сплави Т30К4, Т15К6, Т14К8, Т5КЮ, Т5К12. Найбільш міцними і в'язкими сплавами з цієї групи є сплави, до складу яких входить найменша кількість карбідів титану. З підвищенням вмісту останніх міцність та в'язкість сплавів знижується, але зростає їх твердість, теплостійкість та стійкість до зношування. Тому сплав Т30К4 використовують для чистового точіння з малими навантаженнями на інструмент. Сплави Т5К10 і Т5К12 характеризуються найбільшою міцністю та в'язкістю і використовуються для роботи у важких умовах ударних навантажень при нерівномірному перерізі зрізу і переривчастому різанні. Сплави групи ТК рекомендуються головним чином для обробки сталей.

Тверді сплави групи ТТК з вмістом танталу складаються з трьох основних фаз: твердого розчину карбідів титану, вольфраму і танталу, а також карбиду вольфраму і розчину на основі кобальту. В позначеннях марок цих твердих сплавів цифри після літер ТТ вказують на сумарний відсотковий вміст карбідів титану і танталу, а після літери К - відсотковий вміст кобальту. Наявність в складі сплавів цієї групи карбідів танталу обумовило значне підвищення їх міцності та в'язкості при деякому зменшені стійкості.

Для виготовлення різального інструмента, використовують сплави ТТ7К12, ТТ8К6, ТТ10К8-Б, ТТ20К9. Вони рекомендуються для важких умов різання з великими коливаннями перерізу зрізу, а також для переривчастого різання. Найбільш міцним є сплав ТТ7К12. Сплав ТТ7К12 має хороший опір до перепадів температур і утворення тріщин. Він рекомендується для обробки сталі в найбільш несприятливих умовах. Сплав ТТ20К9 характеризується підвищеним опором до теплових і механічних циклових навантажень і рекомендується для фрезерування глибоких пазів в сталевих заготовках.

Зі всіх існуючих твердих сплавів сплави ВК при однаковому вмісті кобальту мають більш високі ударну в'язкість та межу міцності при згині, при пониженій стійкості цих сплавів до окислення та корозії. Разом з тим, вони можуть при обробці різанням скріплюватися зі стружкою. Область використання різних марок твердих сплавів наведено в табл. 1.6.

Безвольфрамові тверді сплави на основі карбідів і карбо-нітридів титану з нікелемолібденовим з'єднувальним матеріалом відрізняються високою стійкістю до припалу, малим коефіцієнтом тертя, пониженою схильністю до адгезії, але меншою міцністю, схильністю до утворення тріщин при напаяванні. Вони показують хороші результати при напівчистовій обробці конструкційних сталей, міді, нікелю. Для виготовлення різального інструмента використовують сплави КНТ16 та ТН20.

Всі марки твердих сплавів розподілені за міжнародною класифікацією (ISO) на групи К, М та Р. Сплави групи К призначені для обробки чавуну і кольорових металів, що дають стружку надлому, сплави групи М - для важкооброблюваних матеріалів, сплави групи Р - для обробки сталей. Приблизна відповідність вітчизняних і закордонних марок твердих сплавів класифікації ISO наведена в табл. 1.6

Таблиця 1.6

Відповідність марок твердих сплавів класифікації ISO							
Група використання за ISO			Марки сплавів іноземних фірм за ГОСТом				
Основна	Підгрупа	ГОСТ	США	Фірма "Коромант" (Швеція)	Фірма "Вальтер" (ФРН)	Фірма "Хертель" (ФРН)	Фірма "Сумітомо" (Японія)
1	2	3	4	5	6	7	8
Р	P01	T30K4	C8	F02; SIP	-	-	STIOR; ACIO; AC815
	P10	T15K6	C70	SIP; SI OT; GC415; GC015	-	-	STIOR; AC815
	P15	-	-	-	WT-1	-	-
	P20	T14K8	C7	S2; GC120	WPM	P2F	AC720; ST20E
	P25	TT20K9	C60	GC1025; SM; SMA	WPM	P2F	-
	P30	T5K10	C6	SM30; S30T	WPM; WP40	P2F; GX	AC835; ST30E; A
	P40	T5K10	C50	S6	WP40	GX	ST40E; A835
	P50	TT7K12	C5	R4	-	GX	-
М	M10	TT8K6	-	RIP; H13A	WM15; WT2	KMI	-
	M20	TT10K8B	-	GCC415; GC015; SH; П13 А	WM15; WT2	KMI	-
	M40	TT7K12	-	R4	-	-	-
К	K01	BK3; BK3M	C4	H05	-	-	H1; H2; AC10
	K05	BK6-M	-	-	-	KMI	-
	K10	BK6-OM	C3	HIP; GC310	WK10; WT2	KMI; K20	G10E; AC10
	K20	BK6	C2	SMA; HBA; H20	WKM; WT2		G10E; A30
	K30	BK8; BK8M	CN	H20; HBA	WK40	-	-
	R40	BK15	-	-	WK40	-	-

Примітка: Марки сплаву відносяться до основної підгрупи застосування. Вони можуть бути використані і в сусідніх підгрупах.

Розроблені та отримали розповсюдження сплави серії МС. Стійкість різального інструмента із сплавів МС у порівнянні зі сплавами групи ВК і ТК в 1,5 рази вища. Замінені сплавами серії МС сплави групи ВК і ТК наведені в табл. 1.7.

Марки твердого сплаву серії МС

Таблиця 1.7

Марки твердого сплаву			
Серії МС	За ГОСТом	Серії МС	За ГОСТом
МС301	ВК3	МС131	Т5К10
МС313	ВК6	МС146	Т5К12
МС318	ВК6	МС121	Т14К8
МС312	ВК6М	МС111	Т15К6
МС306	ВК6-ОМ	МС101	Т30К4
МС212	ВК6-ОМ	МС1460	ТТ7К2ГТ
МС321	ВК8	МС221	ТТ10К8Б
МС347	ВК8	МС2210	ТТ10К8БГТ
МС241	ВК8	МС137	ТТ20К9

Одним з шляхів підвищення експлуатаційних характеристик твердих сплавів є нанесення на різальну частину інструмента тонких зносостійких покриттів на основі нітриду титану, карбіду титану, нітриду молібдену, окислу алюмінію. Товщина шару покриття коливається від 0,005 до 0,2 мм. Досліди показують, що тонкі зносостійкі покриття призводять до значного збільшення стійкості інструмента.

Області використання різних марок твердих сплавів наведені в табл. 1.8.

Області використання твердих сплавів

Таблиця 1.8

Позначення	Оброблюваний матеріал. Тип стружки, що знімається	Вид обробки. Умови використання
1	2	3
Група різання Р		
POI	Сталь. Зливна стружка	Чистове точіння, розточування, розгортання (високі точності обробки та якість поверхні виробу)
P10	Сталь. Зливна стружка	Точіння, в тому числі по копіру, нарізання різі, фрезерування, розсвердлювання, розточування
P20	Сталь, ковкий чавун та кольорові метали. Зливна стружка	Точіння, в тому числі по копіру, фрезерування, стругання
P25	Сталь нелегована, низько- і середньолегована	Фрезерування, в тому числі глибоких пазів, інші види обробки, при яких у сплаві повинен бути високий опір тепловим і механічним навантаженням
P30	Сталь, ковкий чавун. Зливна стружка	Чорнове точіння, фрезерування, стругання. Робота в несприятливих умовах
P40	Лита сталь. Зливна стружка і стружка надлому	Чорнове точіння, стругання. Робота в особливо несприятливих умовах
P50	Сталь із середньою або низькою міцністю, з додаванням піску і раковин. Зливна стружка і стружка надлому	Точіння, стругання, довбання з особливо високими вимогами до міцності твердого сплаву у зв'язку з несприятливими умовами роботи. Для інструментів складної форми.
Група різання М		
M10	Сталь, в тому числі аустенітна, жароміцна, важко- оброблювана, сплави, сірій, ковкий і легований чавун. Зливна стружка і	Точіння, фрезерування

	стружка надлому	
M20	Сталь, в тому числі жароміцна, важкооброблювана, сплави, сірий та ковкий чавуни. Зливна стружка і стружка надлому	Точіння, фрезерування
M30	Аустенітна сталь, жароміцні, важкооброблювані сталі і сплави, сірий і ковкий чавуни. Зливна стружка і стружка надлому	Точіння, фрезерування, стругання. Робота в несприятливих умовах.
M40	Низьковуглецева сталь з низькою міцністю, автоматна сталь та інші матеріали і сплави. Зливна стружка і стружка надлому.	Точіння, фасонне точіння, відрізання переважно на верстатах- автоматах
Група різання К		
K01	Сірий чавун, переважно високої твердості, алюмінієві сплави з великим вмістом кремнію, загартована сталь, абразивні пластмаси, кераміка, скло. Стружка надлому	Чистове точіння, розточування, фрезерування, шабрування
K05	Леговані чавуни, загартовані сталі, корозійностійкі сталі та сплави. Стружка надлому	Чистове і напівчистове точіння, розточування, розвертання, нарізання різі
KЮ	Сірий і ковкий чавуни, переважно підвищеної твердості, загартована сталь, алюмінієві та мідні сплави, - пластмаси, кераміка	Точіння, розточування, фрезерування, свердлування, шабрування

K20	Сірий чавун, кольорові метали, абразивна пресована деревина, пластмаси. Стружка надлому	Точіння, фрезерування, стругання, свердлування, розточування
K30	Сірий чавун низької твердості та міцності, сталь низької міцності, деревина, кольорові метали, пластмаси, щільна деревина. Стружка надлому	Точіння, фрезерування, стругання, свердлування. Робота в несприятливих умовах*. Допустимі великі передні кути заточування інструмента
K40	Кольорові метали, деревина, пластмаси. Стружка надлому	Точіння, фрезерування, стругання. Допустимі великі передні кути заточування інструмента

* Робота зі змінною глибиною різання, з переривчатою подачею, з ударами, вібраціями, з наявністю ливарної кірки і абразивними включеннями в оброблюваному матеріалі.

Примітки:

1. Зносостійкість сплаву при різанні і допустима швидкість різання зменшується в напрямку від групи використання РОІ, М10 і К01 до групи використання Р50, М40 і К40, а міцність і допустимий переріз зрізання збільшується з тією ж закономірністю.

2. Колір маркування залежить від групи різання: Р - синій; М - жовтий; К - червоний.

Тверді сплави випускаються у вигляді непереточуваних багатогранних і переточуваних пластинок різної форми, твердосплавних заготовок для монолітного малорозмірного інструменту, а також у вигляді порошків.

1.3. Різальна кераміка

Для обробки матеріалів різанням використовують оксидну кераміку, до складу якої входить 90 % Al_2O_3 , легованих добавок карбідів хрому, титану, вольфраму, молібдену та складних карбідів цих металів. Це підвищує межу міцності кераміки на згинання, але дещо зменшує її теплостійкість і зносостійкість.

Суттєвим недоліком кераміки є її висока крихкість, низька ударна в'язкість та поганий опір до циклічних змін теплового навантаження та ударних механічних навантажень. Основні марки різальної кераміки наведені в табл. 1.9.

Таблиця 1.9

Основні марки різальної кераміки

Група кераміки	Марка	Колір пластин	Межа міцності при згині, МПа	Твердість НР А
Оксидна	ЦМ332	білий	300-350	91
	ВОІЗ	білий	400-450	92
	ВШ75	чорно-сірий	400-600	93
Оксидно-карбідна і оксинітридна	ВЗ	чорний	650	93
	ВОК60	чорний	650	93
	ВОК71	чорний	650	93
	Кортиніт	темно-коричневий	640	92
На основі нітриду кремнію	Силиніт-Р	коричневий	500-700	94-96

Різальну кераміку виготовляють у вигляді пластинок тригранної, квадратної, ромбоподібної та круглої форм. Різальна кераміка рекомендується для чистової та напівчистової обробки. Вона використовується при обробці різцями і торцевими фрезами. Область використання різних марок різальної кераміки наведені в табл. 1.10.

Області використання різальної кераміки

Таблиця 1.10

Оброблюваний матеріал	Твердість	Запропонована марка кераміки
Сталі конструкційні вуглецеві та леговані	НВВ160-200 НВ 200-260 НРС 42-57	ВО-13, ВШ-75, силиніт-Р ВС-13, ВОК-71, ВШ-75, силиніт-Р ВОК-60, В-3, кортиніт
Чавун сірий	НВ 200 НВ 200	ВО-13, ВШ-75 ВОК-71 кортиніт
Ковкий	НРС 63	ВОЙ-71, В-3, кортиніт
Сталі корозійностійкі	НРС 50	В0й-60, ВОК-71
Кольорові метали на основі міді	НВ 60-120	В-3, кортиніт

Висока теплостійкість різальної кераміки дозволяє використовувати їх при високих швидкостях різання, які перевищують швидкості різання твердосплавним інструментом.

1.4. Надтверді матеріали (НТМ)

Надтверді матеріали, що використовуються для лезового інструмента є, щільними модифікаціями вуглецю або нітриду бору. НТМ на основі алмазу (полікристали алмазу) отримують в результаті фазового переходу графіту в алмаз. До перших відносяться карбонад (АСПК) і баласт (АСБ). Спіканням алмазних зерен отримують полікристали САБН, СКМ та ін.

На основі щільних модифікацій кубічного нітриду бору створені надтверді інструментальні матеріали, що називаються композити. До них відносяться композит 01 — ельбор-Р, композит 02 - белбор, композит 03 - ісміт, композит 05, композит 09 (ПТНБ) композит 10 - гексаніт Р, кіборит і ніборит. Надтверді інструментальні матеріали поставляються у вигляді циліндричних заготовок, а також у вигляді багатогранних або круглих пластин. Основні розміри циліндричних заготовок із НТМ лезового різального інструменту наведені в табл. 1.11, а області використання різних НТМ для лезового інструмента - в табл. 1.12.

Основні розміри циліндричних заготовок із НТМ

Таблиця 1.11

Матеріал	Діаметр, мм	Висота, мм
Композит 01 (ельбор Р)	3,5-4,6	3,5-4,0
Композит 02 (белбор)	3,5-4,2	3,5-5,0
Композит 03	2,5	3,5
Композит 05 група І	6,5-7,5	7,0-8,0
група ІІ	9,5-10	7,0-8,0
Композит 09 (ПТНБ)	1,8-8,0	3,5-4,2
Композит 10 (гексаніт Р)	3,0-6,5	3,0-5,0
Полікристали алмазу:		
АСПК2	3,5	4,0
АСБ1	3,6-5,8	3,0-5,6
АСБ2	3,6-5,0	3,0-5,4
АСБ6	5,0-6,0	1,8-6,0

Область використання інструментальних НТМ

Таблиця 1.12

Матеріал	Область використання
K01 (ельборР) K02 (белбор) K03 (ісміт)	Чистова обробка без удару деталей із загартованих сталей з HRCe 40-63, чавунів
Композит 05	Чистова і напівчистова обробка удару деталей із загартованих сталей HRC 41-50, чавунів та інших матеріалів, що дають стружку надлому
Композит 09 (ГІТНБ) K10 (гексаніт Р)	Чистова і напівчистова обробка деталей з переривчастою поверхнею із загартованих сталей HRC 58-60, чавунів, твердих сплавів
Полікристали алмазу (АСП) АСПК	Обробка титанових, високремнистих алюмінієвих сплавів, склопластиків, мінералокераміки, пластифікованого твердого сплаву, мідних сплавів

1.5. Сталі для виготовлення корпусів інструментів

У складеного інструмента корпуси і елементи кріплення виготовляються з конструкційних сталей марок: 45, 50, 60, 40Х, 45Х, У7, У8, 9ХС та ін. Найбільше розповсюдження отримала сталь 45, з якої виготовляють державки різців, хвостовики свердел, зенкерів, розверток, мітчиків, корпуси збиральних фрез, розточувальні оправки.

Для виготовлення корпусів інструментів, які працюють у важких умовах, використовують сталь 40Х. Вона після загартування в маслі та відпуску забезпечує зберігання точності пазів, в які вставляються ножі.

У тому випадку, коли окремі частини корпусу інструмента працюють на зношування, вибір марки сталі визначається необхідністю забезпечення отримання високої твердості в можливих місцях тертя. До таких інструментів відносяться, наприклад, твердосплавні свердла, зенкери, в яких напрямні стрічки в процесі роботи стикаються з поверхнею обробленого отвору і швидко зношуються. Для корпусів подібних інструментів використовують вуглецеву інструментальну сталь, а також леговану інструментальну сталь 9ХС. Корпуси алмазних кругів можуть виготовлятися з алюмінієвих сплавів, а також алюмініобекалітового прес-порошку і кераміки.