

УДК 621.76.002

**ВИБІР МАТЕРІАЛУ РІЗУЧОЇ ЧАСТИНИ Й КОРПУСУ РІЗЦЯ**

**Т. М. Ніколайчук, І. В. Щелокова, С. І. Мамчур, Т. В. Носова**

*Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара*

**Вступ.** У деталях, що зазнають знакозмінних навантажень, метал повинен мати високий опір утомленості, а деталі, що труться, — опором зносу. У багатьох випадках потрібен хороший опір корозії, повзучості й іншим постійним впливам. Це означає, що деталі мають бути довговічними.

Таким чином, різальний інструмент має бути виготовлений з міцного, надійного і довговічного матеріалу.

**Теоретичне обґрунтування проблеми.** Робота зумовлена вибором міцного, надійного і довговічного матеріалу для виготовлення різального інструменту. Сталь, застосовувана для виготовлення різального інструменту повинна мати високий комплекс механічних властивостей, а не високе значення будь-якої однієї властивості. Матеріал, що йде на виготовлення деталей, які піддаються великим навантаженням, повинен добре чинити опір таким навантаженням і разом з високою міцністю мати в'язкість, щоб чинити опір динамічним і ударним впливам. Іншими словами, матеріал повинен мати міцність і надійність.

Основна вимога, що пред'являється до матеріалу робочої частини різця, — це твердість, яка має бути більше твердості будь-якого матеріалу, що обробляється даним різцем. Твердість не повинна помітно зменшуватися від теплоти різання. Одночасно з цим матеріал різця має бути досить в'язким; ріжуча кромка різця не повинна викришуватися під час роботи. Матеріал різця повинен добре чинити опір стиранню, яке походить від тертя стружки об передню поверхню різця, а також від тертя задньої поверхні різця об поверхню різання.

Цим вимогам в різній мірі задовольняють інструментальні матеріали — тверді сплави. В якості матеріалу для виготовлення інструменту пропонується сплав Т15К6.

Т15К6 — двох карбідний твердий сплав. Призначений для чистої обробки вуглецевих і легованих сталей. Хімічний склад сплаву Т15К6 у процентному відношенні: WC — 79 %; TiC — 15 %; Co — 6 %. Експлуатаційні властивості: висока зносостійкість і припустима швидкість різання при великій експлуатаційній міцності і опорі ударам, вібраціям і викришуванню. Фізико-механічні властивості твердого сплаву Т15К6 за ГОСТ 3882-74 наведені в таблиці 1.

Металокерамічні тверді сплави повинні мати гетерогенну структуру із зернами фаз карбідів, рівномірно розміщених у матриці та зцементованих зв'язкою (твердим розчином на основі кобальту, нікелю, рідше інших металів). Структурна будова таких псевдо сплавів оптичними методами металографії не виявляється. Але топографія і розмір структурних складових мають вирішальне значення для призначення того чи іншого сплаву в якості ріжучого інструменту.

Таблиця 1

Фізико-механічні властивості твердого сплаву Т15К6 за ГОСТ 3882-74

Міцність $\sigma_{\text{ст}}$ , МПа	Щільність, $\times 10^3$ кг/м <sup>3</sup>	Твердість, HRC (не менше)
1 150	11,1–11,6	90,0

Властивості і можливості створення твердих розчинів металевих сплавів обмежуються атомними характеристиками кристалічної будови сплавів. У зв'язку з тим, що атомні розміри вольфраму, титану та молібдену близькі один до одного, структура усіх твердих сплавів виглядає однаково – матриця заповнена карбідами тієї, чи іншої фази. Склад фаз впливає на експлуатаційні характеристики сплавів, тому їх співвідношення дозволяє регулювати різальні властивості інструменту.

**Експериментальна частина.** В структурі карбідних фаз розглянемо монокарбід вольфраму WC. Кристалічну решітку WC можна представити як просту гексагональну з базисом (0,0,0; 1/3,2/3,1/3), причому позиції (0,0,0) займають атоми вольфраму, а позиції (1/3,2/3,1/3) – атоми вуглецю. Таким чином, структура WC визначається двома взаємно проникаючими простими гексагональними решітками: одна з атомів вольфраму, інша з атомів вуглецю, тобто вона є впорядкованою структурою або над структурою. Особливістю WC є те, що відношення періодів кристалічних решіток на відміну від більшості гексагональних структур менше одиниці.

Площини призми (1010) в кристалічних решітках WC є полярними в тому значенні, що вони можуть полягати або з атомів вольфраму, причому відстані між «вуглецевими» і «вольфрамовими» площинами (1010) виявляються періодично різними. За даними досліджень, двійники утворюються в WC при спіканні із зв'язкою (або без зв'язки) при температурах не нижче 1 600 °С. У кристалах WC можливі дефекти упаковки, тобто порушення нормальної послідовності гексагональних шарів.

А також була досліджена відмінність травимості призматичних і базисних площин на монокристалах WC, вирощених з розчину в розплаві кобальту. Ямки травлення на площині базису мають форму правильних трикутників і розташовані рядами в трьох напрямках, що становлять один з одним кути 60°. На площині призми ямки травлення подовженої форми і утворюють ряди, паралельні площині базису. Гексагональна симетрія обумовлює анізотропію властивостей, зокрема мікротвердості кристалів монокарбиду вольфраму. При цьому на площині спостерігається відносно невелика анізотропія.

Монокарбід вольфраму WC, що є хімічним з'єднанням, практично не маючим області гомогенності, при кімнатній і нижчих температурах виявляється набагато пластичним, ніж TiC і інші карбіди, що володіють такими широкими областями гомогенності що їх практично можна розглядати як тверді розчини.

Не дивлячись на появи деякої пластичності, монокарбід вольфраму при температурах нижче  $0,5T_{пл}$  ( $T_{пл} = 2873\text{ K}$ ) руйнується за механізмом крихкого зколу. Важливою характеристикою, що визначає поведінку матеріалу при спіканні, є температура початку його рекристалізації. Для порошку WC, за даними, вона складає  $0,56 T_{пл}$ , тобто  $1573\text{ K}$ , причому значення енергії активації первинної і збірної рекристалізації знаходяться в інтервалі  $30\text{--}40\text{ ккал/моль}$ .

Іншою важливою характеристикою, що визначає перебіг процесу рідинно-фазного спікання, є змочуваність карбиду рідкою зв'язкою. Карбід вольфраму добре змочується металами групи заліза і гірше міддю (табл. 2).

Таблиця 2

Перебіг процесу рідинно-фазного спікання карбиду вольфраму

Температура, °C	Середовище	Крайовий кут
Мідь		
1 100	вакуум	30
1 100	0,00133 Па	20
1 100	0,00133 Па	14
1 200	0,00133 Па	7
Нікель		
1 380	0,00133 Па	0
1 500	0,00133 Па	0
–	0,00133 Па	0
Кобальт		
1 420	0,00133 Па	0
1 500	0,00133 Па	0
–	0,00133 Па	0

Залізо		
1 490	Вакуум	0

При вивченні змочуваність монокристалів WC розплавами кобальту і кобальтового сплаву, що містить вольфрам і вуглець, було встановлено, що на всіх гранях крайовий кут змочування практично дорівнює нулю, тобто спостерігається розтікання розплаву по поверхні граней. Процеси змочування і розчинення якоюсь мірою пов'язані один з одним: базисні грані зростають швидше і розчиняються швидше, ніж призматичні.

Дослідження дефектів структури твердих сплавів. Властивості спечених твердих сплавів визначаються не тільки складом і структурою, але і дефектами – макроскопічною і мікроскопічною пористістю, мікротріщинами, наявністю границь зерен.

Пористість і її вплив на властивості сплавів. Спінанням у присутності рідкої фази можна одержати практично без пористі виробу із сплавів WC-Co, TiC-WC-Co, TiC-Ni-Mo, TiC-Fe. Про це свідчать криві зміни лінійної усадки спресованих тіл з сумішшю WC-Co і TiC-WC-Co, які показують, що ущільнення стає помітним вже при 800 °C і досягає максимуму – повного ущільнення при появі рідкої фази.

На практиці у спечених виробках є пори різної форми і величини. Поява дрібних пір обумовлена як особливостями ущільнення пористих заготовок в процесі спікання, так і потрапляння сторонніх домішок до сумішей в процесі мокрого помелу. Крупні ж пори утворюються в результаті непропресовки виробів при використуванні надмірно твердих гранул суміші і подання в мелені суміші крупних частинок:

- осколків від футеровки млинів і розмельних тіл;
- пластифікатора (каучуку) при нерівномірному його розподілі;
- домішок, що видаляються або реагують з вуглецем (SiO<sub>2</sub>).

Ще однією причиною пористості є підвищений вміст кисню при надлишку в суміші вільного вуглецю.

Із збільшенням пористості механічні властивості сплавів знижуються. Особливо помітно падають міцність при поперечному вигині, ударна в'язкість, межа утомленості і інші характеристики міцності.

На зламі виробів включення фази η1 мають сріблясто-біле забарвлення, а при короткочасному травленні в лужному розчині червоної кров'яної солі забарвлюються в темно-бурий колір і легко помітні на поверхні зламу або шліфа. Ця фаза утворюється при дефіциті вуглецю в умовах твердофазового спікання при температурах 700...800 °C в результаті дифузійних процесів.

Таким чином, включення η1 в сплавах WC-Co мають різну форму і розміри залежно від умов спікання, дефіциту вуглецю і вмісту кобальту. На форму включень при спіканні виробу, має вплив направлене зростання частинок цієї фази, які іноді кристалізуються у формі голок або флокенів. За умов технологічного процесу фаза η1 найчастіше розподіляється нерівномірно

по перетину виробів. На шліфі в цьому випадку можна знайти дві, а іноді і три зони, що розрізняються по фазовому складу: на поверхні виділення вуглецю, далі структура, що відповідає нормальному вмісту вуглецю і складається з двох фаз і серцевина з включеннями цієї фази. Унаслідок різниці в температурах поява рідкої фази в цих зонах і, як наслідок, зсідання виробу при спіканні відбувається нерівномірно, властивості сплаву по зонах також сильно розрізняються.

Поява в сплавах фази  $\eta_1$  природно, веде до зменшення вмісту кобальтової фази, що в основному і обумовлює зниження всіх характеристик міцності і підвищення твердості сплаву.

**Висновки.** За мікроструктурою та проведеними дослідженнями можна зробити наступні висновки:

1. Зерна карбіду вольфраму мають достатньо малі розміри й рівномірно розподілені в структурі сплаву. Фаза карбіду титану має середній розмір зерна. Отже, дана пластина має гарні ріжучі властивості й твердість.

2. Досягнута пористість виробу складає приблизно до 3 %, що є допустимим значенням.

Таким чином, запропонований сплав Т15К6 повністю відповідає експлуатаційним вимогам.

#### Література

1. Киреев Г. И. Проектирование и технология производства режущего и вспомогательного инструмента / Г. И. Киреев. – М. : Машиностроение, 2003.
2. Федорченко И. М. Свойства порошков металлов тугоплавких соединений и спеченных материалов: информационный справочник / И. М. Федорченко. – К. : Наукова думка, 1980. – 286 с.
3. Баранчиков В. Н. Обработка специальных материалов / В. Н. Баранчиков. – М.: Машинобудування, 2002. – 264 с.
4. Артамонов В. И. Роботоздатність інструментів і фізико-механічні характеристики інструментальних твердих сплавів і оброблюваних матеріалів / В. И. Артамонов, Д. С. Василега, М. С. Остапенко, В. А. Шрайнер. – Тюмень : «Вектор Бук», 2008. – 160 с.
5. Bogomol I. Mechanism of nucleation and growth of directionally crystallized alloys of the B4C–MeB2 system. / I. Bogomol, O. Vasyukiv, Y. Sakka, P. Loboda // J. Alloys Compounds. – Vol. 490. – Issues 1–2. – 2010. – Pp. 557–561.
6. Вилищук З. В. Влияние модифицирования на фазовый состав высокопрочных алюминиевых сплавов / З. В. Вилищук, Н. Е. Калинина // Строительство. Материаловедение. Машиностроение. – Д. : ПГАСА, 2010. – С. 39–44.

УДК 621.76.002

**Вибір матеріалу ріжучої частини й корпусу різця / Т. М. Ніколайчук, І. В. Щелокова, С. І. Мамчур, Т. В. Носова // Металознавство та термічна обробка металів: науков. та інформ. журнал / Д. : ДВНЗ ПДАБА, 2014. – № 3. – С. –. Табл. 2. – Бібліограф.: (6 назв).**

Вибір міцного, надійного і довговічного матеріалу для виготовлення різального інструменту. Сталь, застосовувана для виготовлення різального інструменту повинна мати високий комплекс механічних властивостей, а не високе значення будь-якої однієї властивості. Значимість карбідних фаз у зміні структури сплаву Т15К6 та дефекти структурних твердих сплавів. Пористість і її вплив на властивості сплавів. Спінанням у присутності рідкої фази можна одержати практично без пористі вироби із сплавів WC-Co, TiC-WC-Co, TiC-Ni-Mo, TiC-Fe. Дана пластина має гарні ріжучі властивості й твердість, пористість виробу складає приблизно до 3 %, що є допустимим значенням, пропонується сплав повністю відповідає експлуатаційним вимогам.

Выбор крепкого, надежного и долговечного материала для изготовления резательного инструмента. Сталь, применяемая для изготовления резательного инструмента должна иметь высокий комплекс механических свойств, а не высокое значение любой одного свойства. Значимость карбидных фаз в изменении структуры сплава Т15К6 и дефекты структурных твердых сплавов. Пористость и ее влияние на свойства сплавов. Спеканием в присутствии жидкой фазы можно получить практически без пористые изделия из сплавов WC-Co, TiC-WC-Co, TiC-Ni-Mo, TiC-Fe. Данная пластина имеет хорошие режущие свойства и твердость, пористость изделия складывается приблизительно 3 %, что является допустимым значением, предлагаемый сплав полностью отвечает эксплуатационным требованиям.

Choice of strong, reliable and lasting material for making of cutting instrument. Steel, applied for making of cutting instrument must have a high complex of mechanical properties, but not high value any one property. Meaningfulness of carbide phases is in the change of structure of alloy of T15K6 and defects of structural carbides. Porosity and its influence on property of alloys. In presence of liquid phase it is possible to get practically without porous wares from the alloys of WC-Co, TiC-WC-Co, TiC-Ni-Mo, TiC-Fe. This plate is good cutting characteristics and hardness, porosity of good folds approximately by 3 %, that is a legitimate value, the offered alloy answers operating requirements fully.