

селективне розташування плівок графіту вказує на специфічні умови перебігу процесу дисоціації монооксиду вуглецю під час тертя.

Як бачимо в контексті уточнення умов утворення графіту на поверхні тертя окремого обговорення вимагає питання кінетики процесу графітизації. На наш погляд існують певні можливості для інтерпретації кінетичних явищ, що мають місце під час тертя досліджуваної пари, якщо розглядати реакцію утворення продукту як рівноважний процес з урахуванням специфіки реагентів та продуктів як фаз, які внаслідок особливостей процесу мають належні будову та властивості. Розгляд особливостей кінетичних явищ під час тертя виходить за межі даної роботи, але зауважимо, що як і в будь-якій реакції на поверхні твердого тіла межа розділення фаз є енергетично неоднорідною і містить значну кількість активних центрів, які ініціюють процеси каталітичної, адсорбційної та дифузійної суті.

1. Костецький Б. І. *Трение, смазка и износ в машинах*. К., 1970.
2. Бакли Д. *Поверхностные явления при адгезии и фрикционном взаимодействии* / Пер. с англ. А.В.Белого, Н.К.Мышкина; Под ред. А.И.Свириденка. М., 1986.
3. Liu Y., Meletis E.I. *Evidence of graphitization of diamond-like carbon films during sliding wear*. of *Jo. Materials Science*. 1997. 32. N 13. P.3491-3495.
4. Gogotsi Yu.G., Kovalchenko A.M., Kosko I.A. *Tribochemical interactions of boron, carbides against steel*. *Wear*. 1992. Ц154. P.133-140.
5. Крагельский И.В. *Трение и износ*. М., 1968.
6. Третьяков Ю.Д. *Твердофазные реакции*. М., 1978.
7. *Основы трибологии (трение, износ, смазка)* / Э.Д.Браун, Н.А.Буше, И.А. Буяновский и др. / Под ред. А.В.Чичинадзе: Учеб. для технических вузов. М., 1995.
8. Stull D.R., Prophet H. et al. *JANAF Thermochemical Tables*. United States Department of Commerce, Document NSRDS - NBS 37, Washington, June 1971. 1041p.
9. Turkdogan E.T. *Physical Chemistry of High Temperature Technology*. New-York, 1980.
10. Крылов О.В., Киселев В.Ф. *Адсорбция и катализ на переходных металлах и их оксидах*. М., 1981.

УДК 621.762.8(088.8)

ВПЛИВ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ОКИСЛЕННЯ НА УДАРНУ В'ЯЗКІСТЬ ТВЕРДОСПЛАВНИХ ВИРОБІВ

© Тарас Пелех, Ярослав Гумницький, Ігор Петрушка, 1999

ДУ "Львівська політехніка"

Досліджується вплив окислення твердосплавних виробів при температурах в межах 973...1273К на структурний і фазовий склад.

Отримані результати дали змогу розробити технічний процес, що забезпечує підвищення експлуатаційної стійкості твердосплавних елементів борового інструменту і машин хімічної промисловості.

Тверді сплави забезпечують високу працездатність за різних умов експлуатації. Однак їх висока твердість та схильність до крихкого руйнування стає причиною розтріскування. Міцність, тріщиностійкість і стійкість проти зношування твердих сплавів вольфрамокобальтової групи (WC-Co) залежить від хімічного

складу, структури, способу отримання порошків вольфраму і карбіду вольфраму та технологічних режимів виготовлення виробів.

Згідно зі стандартом вольфрамокобальтові тверді сплави складаються з двох фаз: карбіду вольфраму і зв'язуючої кобальтової фази. Дослідженнями особливостей процесу руйнування твердих сплавів було встановлено, що структура та фазовий склад зв'язуючої складової має основне значення в забезпеченні високих границь пружності і текучості.

Однією з властивостей твердого сплаву є його окислення при температурі, вищій за 973 К. Це дало змогу створити технологію, яка базується на високотемпературному окисленні твердого сплаву з метою отримання поверхонь заданих розмірів та підвищення його стійкості.

Дослідження мікроструктури та фазового складу поверхневого шару зразка після окислення засвідчило, що вона є помітно збіднена на карбід вольфраму і збагачена кобальтовою фазою. Такий перерозподіл фаз у твердому сплаві впливає на деякі його механічні характеристики.

Важливого значення набуває визначення механічних характеристик в умовах, що наближені до реальних, коли під дією певних чинників у тверді сплави переходять у крихкий стан (дія концентраторів, збільшення швидкості деформації). Малий опір металів та сплавів швидкодіючим динамічним (ударним) навантаженням небезпечний для роботи обладнання та механізмів. У зв'язку з цим було здійснено динамічні випробування сплаву - випробування на ударний згин (визначення ударної в'язкості). На рис.1 показано результати цих випробувань. Отже, збільшення температури та тривалості окислення призводить до зміни ударної в'язкості твердосплавних зразків порівняно зі зразками, які не окислювалися.

Мікроструктурний аналіз показав, що, керуючи температурою і тривалістю окислення, можна впливати на структурні зміни в сплаві. Підвищення температури і часу окислення впливає на зменшення зерна карбіду вольфраму, крім цього в структурі з'являється велика кількість зерен розміром, меншим від 1 мкм.

Зменшення розміру зерен карбіду вольфраму під час високотемпературного окислення дає можливість підвищити пластичність і в'язкість сплавів.

На рис.2. показані залежності зміни ударної в'язкості від середнього розміру прошарку кобальтової фази за різних температур і тривалості окислення.

Збільшення тривалості окислення за будь-якої з трьох наведених температур 1073, 1173 та 1273 К, середній розмір зерен карбідної фази зменшується, а кобальтової - збільшується. Такий перерозподіл фаз в об'ємі сплаву зумовлює зростання із збільшенням температури окислення, значення ударної в'язкості. У цілому обробка твердосплавних виробів при температурах в інтервалі 974...1273 К в середовищі повітря підвищує ударну в'язкість.

Відповідно до цієї гіпотези основне значення у всіх відзначених явищах має зміна значення прошарків кобальтової фази між зернами карбіду вольфраму, що залежить від вмісту кобальту в сплаві та розміру зерен WC, а також від ступені блокування цих прошарків зернами карбіду вольфраму. Під час будь-якого виду деформації усі напруження в твердому сплаві врешті-решт локалізуються в м'яких прошарках. Зменшення товщини і відповідно збільшення ступені блокування параметрів спричиняє їх зміцнення, а, відповідно, і зміцнення всього сплаву. Але

подальше зменшення товщини прошарків знижує їх пластичність і властивість до перерозподілу місцевих напружень, що своєю чергою призводить до зниження загальної міцності сплаву. Оптимальна товщина прошарків кобальтової фази коливається в межах 1,34...1,53 мкм.

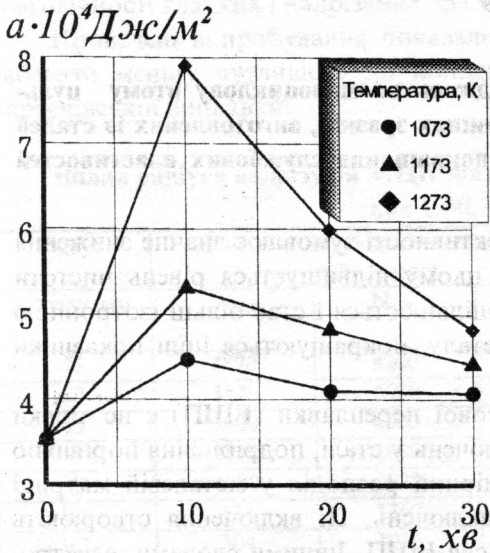


Рис.1. Зміна ударної в'язкості залежно від температури та тривалості окислення

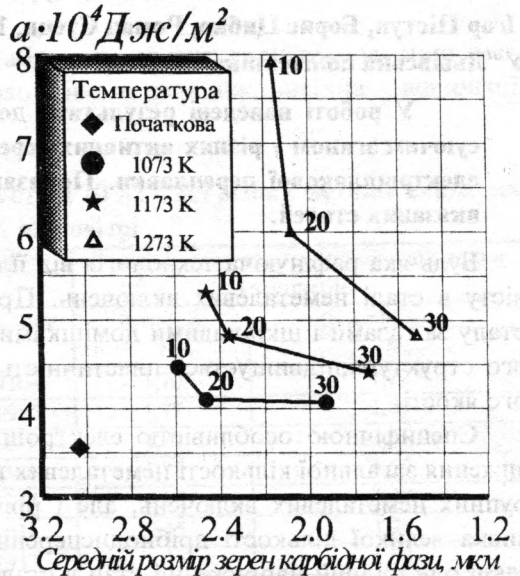


Рис.2. Зміна ударної в'язкості залежно від середнього розміру зерна кобальтової фази при різній температурі і тривалості окислення (10, 20, 30 - тривалість окислення в хвилини).

Як видно з рис.2 ударна в'язкість твердого сплаву збільшується із зростанням вмісту кобальтової фази, яка своєю чергою збільшується з підвищенням температури. Це пояснюється тим, що міцнісні властивості твердого сплаву залежать від характеру перерозподілу місцевих напружень і товщини прошарку кобальтової фази між зернами карбиду вольфраму, тобто її мікропластичності, згідно з відомою гіпотезою*.

Внаслідок швидкої деформації під час випробувань на ударну в'язкість "відпочинок" кобальтової фази не встигає відбутися і сплав руйнується крихко. Очевидно з цієї причини значення ударної в'язкості менше залежить від ступені блокування цих прошарків і змінюється пропорційно до загальної кількості кобальтової фази.

Отже, отримані результати досліджень дають змогу розробити технологічний процес високотемпературного окислення, який би забезпечив наперед задану границю міцності на згин та ударну в'язкість.

* Граф Л.Є., Коган Д.И. Гидроударные машины и инструмент М., 1972.