

порошку B_4C відповідала зразкам отриманим методом СВС, децю нижче зразкам, отриманим механоактивацією.

Ключові слова: карбід бору, порошок, пресування, пластифікатор, ущільнення, насипна густина, властивості, брикет, вимірювання, тиск, активація, СВС-порошок.

A STUDY OF THE INFLUENCE OF THE PLASTICIZERS ON THE PROCESS OF FORMATION OF BORON CARBIDE

The process of pressing of boron carbide of various origins with plasticizers: solid (dextrin, rubber, polystyrene, aluminum stearate, paraffin) and liquid polyoxyethylene glycol, polyvinylacetate, a mixture of glycerin with spirit, butyral, triethanolamine, glycerine) in an amount of 1–5 wt% and «wet» pressing on the relative density and processing characteristics was studied.

A quantitative assessment of the influence of the compacting pressure and type of plasticizer on the properties of compacted billets of boron carbide. It is found that the highest relative density during compaction observed on the samples of 2–3% polystyrene and butyral at pressures of 700–900 MPa. During the «wet» pressing relative density was the highest recorded water at a pressure of 800–1000 MPa, which was somewhat higher than with addition of plasticizer. During the "wet" pressing the highest relative density was recorded at a pressure of 800–1000 MPa with water, which was slightly higher than with the addition of plasticizer. The greatest relative density for B_4C powder corresponded to samples obtained by SHS, slightly below the samples obtained by mechanical activation.

Key words: boron carbide, powder, pressing, a plasticizer, compaction, bulk density, properties, briquette, metering, pressure, activation, SHS powder.

Литература

1. Андриевский, Р.А. Микро - и наноразмерный карбид бора: синтез, структура и свойства / Р.А. Андриевский // Успехи Химии. – 2012. – 81. – № 6. – С. 549–559.
2. Сердюченко К.Ю. Формирование свойств и структуры сплавов с различными пластификаторами – М.: 2006. – 300 с.
3. Панов В. С., Суворов А. С., Спирторастворимые пластификаторы. // Изв. Вузов. Цв. Metallurgy. – 1975 – № 7. – С. 14–18.
4. Кудря М. А. Влияние пластификаторов на технологические свойства смесей. Труды ВНИИТС. – М.: ВНИИТС, 1988. – С. 42–45.

Поступила 18.05.16

УДК 539.216:621.762

В. В. Ивженко, О. Н. Кайдаш, кандидаты технических наук;
И. П. Фесенко, Г. Ф. Сарнавская, доктор технических наук

Институт сверхтвердых материалов им. В.Н. Бакуля НАН Украины, г. Киев

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ КАРБИДА КРЕМНИЯ ДЛЯ ФИЛЬЕРНОГО ПИТАТЕЛЯ УСТАНОВКИ ПО ПРОИЗВОДСТВУ БАЗАЛЬТОВЫХ ВОЛОКОН

Для основного материала конструкции фильерного питателя сливного устройства установки по производству базальтовых волокон наилучшим сочетанием свойств обладают материалы системы $(SiC-8B_4C)-15TiC$ ($\Theta^\circ = 80^\circ$, $\rho = 0,07$ Ом·м, $R_{bm} = 350$ МПа), для вставок

питателя – материалы $\text{SiC}-(30-50)\text{AlN}$ ($\theta^\circ = 80-90^\circ$, $\lambda = 46-78 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$, $R_{\text{бт}} = 250-400 \text{ МПа}$ при температуре 1400°C).

Ключевые слова: карбид кремния, краевой угол смачивания, удельное электросопротивление, предел прочности при изгибе, теплопроводность.

Разработка керамических материалов для применения в высокотемпературной технике является одной из наиболее актуальных задач материаловедения. В результате

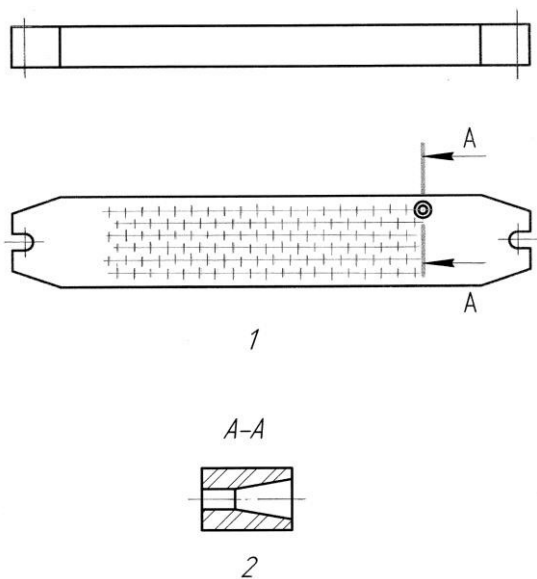


Рис. 1. Схема конструкции фильерного питателя сливного устройства (1 – питатель; 2 – вставка)

использования материалов на основе тугоплавких соединений в установках по производству базальтовых волокон взамен жаропрочных сплавов и драгоценных металлов можно получить значительный экономический эффект. Керамические материалы на основе карбида кремния [1], нитрида кремния [2] и карбида бора [3] обладают высокой твердостью, повышенной коррозионной и химической стойкостью, низким коэффициентом трения. Именно эти свойства будут определять высокую износостойкость фильер в условиях абразивного износа. Однако все они являются тугоплавкими соединениями с преимущественно ковалентным типом связи и вследствие этого обладают незначительной пластичностью даже при температуре $2000-2200^\circ\text{C}$. В этой связи для получения плотных изделий из тугоплавких порошков преимущественно используют метод горячего прессования и вводят добавки металлов или их соединений (оксидов, карбидов, нитридов).

Месторождения базальтов в Украине имеются в Ровенской, Закарпатской и Донецкой областях. Для производства волокон используют базальтовые горные породы, средний химический состав которых следующий (масс. %): SiO_2 (47,5–55,0); Al_2O_3 (14,0–20,0); $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{FeO}$ (5,4–13,5); CaO (7,0–11,0); MgO (3,0–8,5); Na_2O (2,7–7,5); K_2O (2,5–7,5); TiO_2 (1,36–2,0); прочие породы (не более 6,5).

Производство базальтовых волокон основано на получении расплава базальта и его свободном вытекании через сливное устройство и фильерный питатель (рис. 1), изготовленные из жаропрочных сплавов и сплавов на основе платины.

К материалу питателя предъявляются следующие требования: рабочая температура – 1380°C (на воздухе), несмачиваемость базальтовым расплавом на уровне материала ПЛРД-7, электропроводность – ниже $0,1 \text{ Ом}\cdot\text{м}$, высокие теплопроводность, термостойкость и жаростойкость, отсутствие взаимодействия с базальтовым расплавом и выделения в атмосферу вредных веществ.

Цель настоящей работы – исследовать свойства тугоплавких керамических материалов для функциональной замены ними драгоценных металлов в конструкции фильерного питателя сливного устройства установки по производству базальтовых волокон. Для этого изучали смачивание материалов на основе SiC , B_4C , Si_3N_4 , AlN , BN базальтовым расплавом.

Для принципиальной оценки возможности применения исследуемых материалов в контакте с расплавленным базальтом использовали метод покоящейся капли, с помощью которого определяли краевой угол смачивания и оценивали степень их взаимодействия. Образцы в виде пластин из плотных горячепрессованных керамических материалов производства ИСМ НАН Украины предварительно шлифовали до одного класса чистоты (Ra 3.2). Систему базальт – тугоплавкий материал разогревали до температуры 1400 °С с применением индукционного нагрева и выдерживали в течение 5 мин. Краевой угол смачивания измеряли гониометром. Ошибка измерения составила 5%.

Предел прочности при изгибе в температурном интервале 20–1400 °С определяли в соответствии с методикой, приведенной в [4]. прочностные характеристики шлифованных образцов размером 3,5х5х35 мм определяли при комнатной температуре методом трехточечного изгиба с помощью разрывной машины Neckert с расстоянием между опорами 30 мм. Изучали предел прочности при высокой температуре призматических образцов размером 3,5х5х35 мм методом четырехточечного изгиба с расстоянием между наружным и внутренними опорами 30 и 14 мм при скорости нагружения 5х10⁻⁵ м/с. Испытания проводили в вакууме¹.

Удельное электросопротивление образцов размером 5×5×15 мм определяли четырехточечным методом при постоянной силе тока [5]. Ошибка измерений не превышала 10%.

Теплопроводность образцов размером 15×15×1,2 мм измеряли при комнатной температуре прибором ИТЗ-МХТИ (г. Новомосковск, РФ) [6]. Ошибка измерения составила 5%.

Результаты определения краевого угла смачивания керамических материалов расплавленным базальтом и оценка степени их взаимодействия приведены в табл. 1.

Таблица 1. Краевой угол смачивания Θ° материалов на основе тугоплавких соединений расплавленным базальтом

№ п/п	Материал	Состав материала, масс.%	Θ° , град	Примечание
1	Нитрид кремния	Si ₃ N ₄ -5MgO	40	Частичное взаимодействие
2	Сиалон, z = 1,0	Si ₃ N ₄ -6AlN-10Al ₂ O ₃	5	Полное растекание, взаимодействие
3	Сиалон, z = 1,5	Si ₃ N ₄ -8AlN-17Al ₂ O ₃	5	
4	Тисинит	Si ₃ N ₄ -10TiN-5MgO	45	Частичное взаимодействие
5	НКИ-2	Si ₃ N ₄ -10Al ₂ O ₃ -10Y ₂ O ₃	60	
6	Нитрид алюминия	AlN	5	Полное растекание, взаимодействие
7	Элантинит	AlN-10Y ₂ O ₃	10	
8	Карбид бора	B ₄ C	95	Взаимодействия нет, капля легко отделима
9	Карборит	B ₄ C-B	90	
10	Нитрид бора	BN	90	
11	Сиборал	SiC-6B ₄ C-4Al	90	
12	Карбид кремния – карбид бора	SiC-8B ₄ C	80	
13	Карбид кремния – нитрид алюминия	SiC-10AlN	80	
14	Карбид кремния – нитрид алюминия	SiC-30AlN	90	
15	Карбид кремния – нитрид алюминия	SiC-50AlN	90	

¹ Исследования выполнены совместно с В.П. Завадой

Как видим, наиболее перспективными являются материалы на основе карбида кремния SiC, карбида бора B₄C и нитрида бора BN, поскольку они не смачиваются базальтовым расплавом (краевые углы смачивания – 80–95°) и не взаимодействуют с ним. Привлекательные благодаря высокой теплопроводности и высокотемпературной прочности материалы на основе нитрида алюминия AlN и нитрида кремния Si₃N₄ смачиваются базальтовым расплавом (краевые углы смачивания – 5–45°) и реагируют друг с другом. Это обусловлено взаимодействием нитрида алюминия; в нитриде кремния стеклофазы на основе SiO₂, с оксидами SiO₂–Al₂O₃, составляющими до 60–75% базальтового расплава.

Результаты оценки обрабатываемости материалов показали, что материалы на основе карбида бора с трудом обрабатываются по имеющейся технологии алмазного сверления в связи с их высокой твердостью (45 ГПа), в связи с чем из в дальнейших исследований карбид бора исключили.

Керамические термостойкие материалы для хорошего сопротивления тепловым ударам должны иметь высокую прочность, теплопроводность и низкий коэффициент термического линейного расширения.

К наиболее важным характеристикам высокотемпературной прочности относится предел прочности при изгибе. Результаты его измерения при комнатной и рабочей температуре 1400 °С приведены в табл. 2 [7; 8]. Прочность керамики SiC–8B₄C R_{bm} = 350 МПа, что сопоставимо с прочностью 100–300 МПа, полученной для аналогичных по составу материалов [9]. При рабочей температуре прочность снижается до 220 МПа.

Таблица 2. Пористость П, теплопроводность λ и предел прочности при изгибе R_{bm} керамических материалов

Состав материала, масс. %	П, %	λ, Вт/(м·К)	R _{bm} , МПа, при температуре	
			20 °С	1400 °С
SiC–8B ₄ C	1,5	104	350	220
SiC–10AlN	1,5	78	480	250
SiC–30AlN	1,5	62	540	310
SiC–50AlN	1,5	46	470	400
BN	25,0	16	100	80

Наиболее высокая прочность – 540 МПа – материала системы SiC–30AlN. При температуре 1400 °С она снижается до значений 310 МПа. Наименьшей деградацией прочности – 470–400 МПа – обладают материалы SiC–50AlN. Эти значения на треть превышают прочность 269 МПа, измеренную при температуре 1500 °С [10]. Прочность нитрида бора при рабочей температуре снижается до 80 МПа.

Фоновая теплопроводность характерна для диэлектриков (кубического нитрида бора, нитрида кремния, нитрида алюминия), электронная преобладает в металлах. Явление переноса теплоты в полупроводниках (карбиде кремния) сложнее, чем в диэлектриках и металлах. В этом случае существенны оба названных вклада в механизм теплопроводности.

Керамические материалы можно рассматривать как двухфазные композиты, состоящие из зерен тугоплавкого соединения с высокой теплопроводностью и межзеренной (оксидной) фазой с низкой теплопроводностью. В этом случае теплопроводность будет зависеть от распределения фаз. Коэффициент теплопроводности не подчиняется закону аддитивности, в

связи с чем теплопроводность смеси невозможно рассчитать суммированием коэффициентов теплопроводности отдельных компонентов. Для сплава или смеси при отсутствии табличных данных коэффициент теплопроводности достоверно можно определить только опытно. Результаты исследований теплопроводности материалов при комнатной и повышенной температуре приведены в табл. 2. Высокая теплопроводность – 104 Вт/(м·К) – присуща материалу SiC–8B₄C, наиболее низкие экспериментальные значения – 16 Вт/(м·К) – BN. Среди дефектов решетки в тугоплавких соединениях наиболее существенно способствует снижению теплопроводности растворяющийся в ней кислород из-за дополнительного рассеивания фононов. Поскольку алюминий и азот встраиваются в решетку карбида кремния и образуют с ним твердый раствор [11], в материалах системы SiC–AlN с увеличением содержания нитрида алюминия значение λ снижается с 78 до 46 Вт/(м·К). Теплопроводность керамических материалов значительно снижается, вследствие содержания в структуре оксидов с низкой теплопроводностью (около 1 Вт/(м·К)), остающихся после спекания (особенно в виде аморфной стеклофазы) в междоузлиях и на межзеренных границах [12–14].

Фильтрное сливное устройство нагревается прямым пропусканием тока, поэтому для разогревания устройства его материал должен иметь низкий уровень электросопротивления. Для снижения электрического сопротивления в SiC материалах использовали добавки порошка TiC.

Исследовали изменение электрофизических, прочностных свойств и смачивания материалов на основе карбида кремния с добавками карбидов бора и титана в зависимости от состава (табл. 3). В результате установили, что при увеличении содержания TiC с 5 до 15% в материалах (SiC–8B₄C)–TiC несмотря на повышение пористости с 3 до 6% удельное электрическое сопротивление ρ снижается с 25 до 0,07 Ом·м. Согласно литературным данным удельное электрическое сопротивление карбида кремния составляет 107 Ом·м [15], при повышении температуры до 1273 К снижается до 1,3 Ом·м. При этом предел прочности при изгибе в системе (SiC–8B₄C)–TiC изменяется незначительно (табл. 3).

Таблица 3. Влияние добавления карбида титана в SiC материалы на предел прочности при изгибе R_{bm}, удельное сопротивление ρ и краевой угол смачивания Θ° базальтовым расплавом

Состав материала, масс.%	R _{bm} , МПа	ρ , Ом·м	Θ° , град
(SiC–8B ₄ C)–5TiC	350	25,0	80
(SiC–8B ₄ C)–10TiC	370	7,5	80
(SiC–8B ₄ C)–15TiC	350	0,07	80
(SiC–10AlN)–5TiC	220	28,0	80
(SiC–10AlN)–10TiC	150	9,0	80
(SiC–10AlN)–15TiC	100	0,15	80

При увеличении содержания TiC с 5 до 15% в системе (SiC–10AlN)–TiC удельное электрическое сопротивление ρ снижается с 28 до 0,15 Ом·м при одновременном снижении R_{bm} с 220 до 100 МПа (табл. 3). С добавлением карбида титана в материалы SiC–(30–50)AlN их спекаемость значительно ухудшается, вследствие чего существенно возрастает пористость и значительно снижаются механические свойства.

На основании данных табл. 1–3, приходим к выводу, что наилучшим сочетанием свойств (Θ° , λ , R_{bm}) обладают в качестве основного материала конструкции фильерного питателя сливного устройства материалы системы (SiC–8B₄C)–15TiC ($\Theta^\circ = 80^\circ$, $\rho =$

0,07 Ом·м, $R_{bm} = 350$ МПа), для вставок питателя – материалы SiC–(30–50)AlN ($\Theta^\circ = 80\text{--}90^\circ$, $\lambda = 46\text{--}78$ Вт/(м·К), $R_{bm} = 250\text{--}400$ МПа при температуре 1400 °С).

Излом полученного композита (SiC–8B₄C)–15TiC показан на рис. 2,а. Структура материала состоит из серых зерен матричной фазы карбида кремния и светлых включений диборида и карбида титана. Характер разрушения хрупкий и, преимущественно, внутрикристаллический.

Излом материала SiC–30AlN показан на рис. 2, б. Характер разрушения хрупкий и также внутрикристаллический. При высокой температуре характер разрушения материала изменяется и становится межзерненным при температуре более 1200 °С [16].

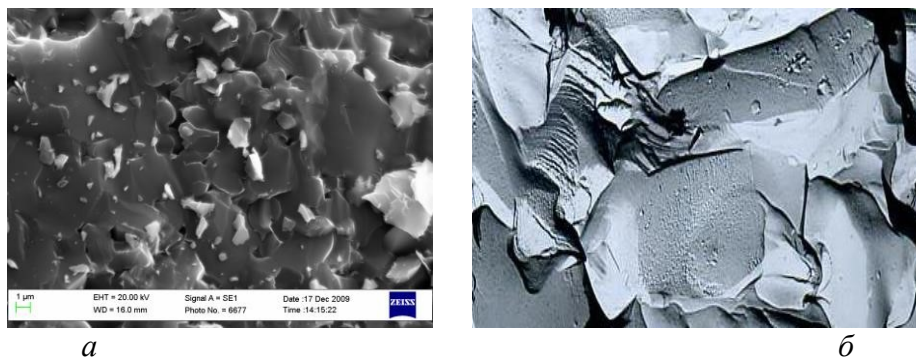


Рис. 2. Микроструктура поверхности излома керамического материала:
а – (SiC–8B₄C)–15TiC; б – SiC–30AlN

Выводы

1. Наиболее перспективными материалами на основе тугоплавких соединений для применения в узлах сливного устройства установки по производству базальтовых волокон являются материалы на основе карбида кремния SiC, карбида бора B₄C и нитрида бора BN, поскольку они не смачиваются базальтовым расплавом ($\Theta^\circ = 80\text{--}95^\circ$) и не взаимодействуют с ним.

2. Установлено, что наиболее высоким пределом прочности при изгибе 540 МПа обладают материалы SiC–30AlN; наименьшая деградация прочности с 470 до 400 МПа при повышении температуры до 1400 °С наблюдается у материалов SiC–50AlN.

3. Измерена высокая теплопроводность – 104 Вт/(м·К) – материала SiC–8B₄C. Материалы системы SiC–AlN характеризуются более низкими значениями $\lambda = 46\text{--}78$ Вт/(м·К) вследствие проникновения в решетку карбида кремния алюминия и азота.

4. Установлено, что при увеличении содержания TiC с 5 до 15 % в материалах (SiC–8B₄C)–TiC удельное электрическое сопротивление ρ снижается с 25 до 0,07 Ом·м.

5. Для основного материала конструкции фильерного питателя сливного устройства наилучшим сочетанием свойств обладают материалы системы (SiC–8B₄C)–15TiC ($\Theta^\circ = 80^\circ$, $\rho = 0,07$ Ом·м, $R_{bm} = 350$ МПа), для вставок фильерного питателя – материалы SiC–(30–50)AlN ($\Theta^\circ = 80\text{--}90^\circ$, $\lambda = 46\text{--}78$ Вт/(м·К), $R_{bm} = 470\text{--}540$ МПа при температуре 20 °С, $R_{bm} = 250\text{--}400$ МПа при температуре 1400 °С).

Для основного материалу конструкції фильерного живильника зливного пристрою установки з виробництва базальтових волокон найкраще поєднання властивостей мають матеріали системи (SiC–8B₄C)–15TiC ($\Theta^\circ = 80^\circ$, $\rho = 0,07$ Ом·м, $R_{bm} = 350$ МПа, для вставок живильника – матеріали SiC–(30–50)AlN ($\Theta^\circ = 80\text{--}90^\circ$, $\lambda = 46\text{--}78$ Вт/(м·К), $R_{bm} = 250\text{--}400$ МПа за температури 1400 °С).

Ключові слова: карбід кремнію, крайовий кут змочування, питомий електроопір, межа міцності при згинанні, теплопровідність.

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF MATERIAL BASED ON SILICON CARBIDE FOR DIE FEEDER DEVICE ON THE MANUFACTURING OF BASALT FIBERS

For the main construction material of feeder drain devices the best combination of properties has materials of the system $(\text{SiC}-8\text{B}_4\text{C})-15\text{TiC}$ ($\Theta^\circ = 80^\circ$, $\rho = 0,07 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$, $R_{bm} = 350 \text{ MPa}$), to insert feeder – suitable $\text{SiC}-(30-50)\text{AlN}$ materials ($\Theta^\circ = 80-90^\circ$, $\lambda = 46-78 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, $R_{bm} = 250-400 \text{ MPa}$ at 1400°C).

Key words: silicon carbide, limiting wetting angle, electrical resistivity, bending strength, thermal conductivity.

Литература

1. Kriegesmann J., Sarin V. K. Comprehensive Hard Materials. 2.04 – Processing of Silicon Carbide-Based Ceramics. S. II: Synthesis and Processing // Elsevier. – 2014. – Vol. 2: Ceramics. – P. 89–175.
2. Riley F. Silicon Nitride and Related Materials // J. Amer. Ceram. Soc. – 2000. – 83. – N 2. – P. 245–265.
3. Thevenot F. Boron carbide – a comprehensive review // J. Europ. Ceram. Soc. – 1990. – N 6. – P. 205–225.
4. Определение характеристик прочности машиностроительной керамики при статическом нагружении : метод. рекомендации ГКНТ. – М., 1985. – 16 с.
5. Глазов В. М., Охотин А. С. Методы исследования термоэлектрических свойств полупроводников. – М. : Атомиздат, 1969. – 174 с.
6. Азима Ю. И., Беляев Ю. И., Кулаков В. М. Устройство для измерения коэффициента теплопроводности высокотеплопроводных материалов // Приборы и техника эксперимента. – 1985. – № 4. – С. 248–249.
7. Совершенствование конструкционных керамических материалов и керамических узлов турбины : науч.-техн. отчет № 4500 о НИР «Аксиома-89», разд. ГТД / Науч.-исслед. ин-т двигателей. – М., 1989. – 89 с.
8. Совершенствование конструкционных керамических материалов и керамических узлов турбины : науч.-техн. отчет № 4557 о НИР «Аксиома-89», разд. ГТД / Науч.-исслед. ин-т двигателей. – М., 1990. – 61 с.
9. Получение и свойства керамики системы $\text{SiC}-\text{B}_4\text{C}-\text{MeB}_2$ / О. Н. Григорьев, Г. А. Гогоци, Ю. Г. Гогоци и др. // Порошковая металлургия. – 2000. – № 5/6. – С. 29–42.
10. Sintering, high temperature strength and oxidation resistance of liquid-phase-pressureless-sintered $\text{SiC}-\text{AlN}$ ceramics with addition of rare-earth oxides / G. Magnani, F. Antolini, L. Beaulardi et al. // J. Europ. Ceram. Soc. – 2009. – 29. – N 11. – P. 2411–2417.
11. Lee J. K., Tanaka H., Otani S. Preparation of $\text{SiC}-\text{AlN}$ Composites by Liquid-Phase Sintering and Their Microstructure // JCS Japan. – 1995. – 103. – N 1201. – P. 873–877.
12. Алюмонітридні функціональні матеріали, одержані з нанодисперсних та мікронних порошоків гарячим пресуванням та вільним спіканням / І. П. Фесенко, М. М. Прокопів, В. І. Часник та ін. – К. : ІВЦ «АЛКОН», 2015. – 172 с.
13. Кайдаш О. Н., Фесенко И. П., Крыль Я. А. Теплопроводность, физико-механические свойства и их взаимосвязь со структурой свободно спеченных композитов, полученных из нанодисперсной системы $\text{Si}_3\text{N}_4-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{Y}_2\text{O}_3(-\text{ZrO}_2)$ // Сверхтвердые матер. – 2014. – 36. – № 2. – С. 41–52.

14. Sigl L. S. Thermal conductivity of liquid phase sintered silicon carbide // J. Europ. Ceram. Soc. – 2003. – 23. – N 7. – P. 1115–1122.
15. Чиркин В. С. Теплофизические свойства материалов: справочник. – М.: ФИЗМАТГИЗ, 1959. – 356 с. (переиздана «Рипол Классик», 2013).
16. Изучение структуры и свойств керамики карбид кремния – нитрид алюминия при высоких температурах / В. А. Мельникова, В. К. Казаков, П. С. Кислый, В. К. Сульженко // Сверхтвердые матер. – 1991. – № 2. – С. 33–36.

Поступила 19.05.16

УДК 621.941:534.637

Л. М. Девін, д-р техн. наук¹; О. А. Осадчий, канд. техн. наук; В. М. Козін-Піддубний²

¹ Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України, м. Київ

² Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

ВПЛИВ ДЕМПФУЮЧИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ РІЗЦЯ НА ЙМОВІРНІСТЬ РУЙНУВАННЯ ПЛАСТИН З КНБ

Наведено результати дослідження впливу демпфуючих властивостей різця на ймовірність руйнування пластин з КНБ при чистовому точінні загартованих сталей. Встановлено оптимальні режими чистового точіння загартованих сталей з метою зменшення ймовірності руйнування різального інструменту з КНБ для різців з демпфуючими елементами з TiNi.

Ключові слова: кубічний нітрид бору, загартована сталь, ймовірність руйнування, демпфуюча властивість.

Вступ

Полікристалічні надтверді матеріали, які використовують для виготовлення різальних частин інструментів, вирізняються не лише високою твердістю і зносостійкістю, а й широким діапазоном характеристик міцності. Водночас 30–50% різців, які використовують у промисловості, виходять з ладу в результаті поломок. До 60% випадків втручання оператора для підтримання працездатності токарних верстатів з ЧПУ спричинено руйнуванням різального інструменту. Таким чином, потребується підвищення вимог до надійності різального інструменту.

Для оцінювання працездатності різальних інструментів застосовують різні критерії. Найчастіше оцінюють стійкість, тобто час від початку експлуатації до критичного зношування різального леза [1]. Для цього здійснюють тривалі випробування і визначають інтенсивність зношування різальних інструментів за фіксованих, як правило, оптимальних режимів різання, а також їх стійкість (час від початку експлуатації різця до повного його зносу).

Крім того, оцінюють стабільність роботи інструменту за таких самих режимів, застосовуючи різні методики, що враховують стохастичну природу міцності та безпосередньо процесу різання. Як критерій оцінювання стабільності використовують або гамма-відсотковий ресурс, або ймовірність руйнування при конкретних режимів оброблення і геометрії інструменту [2; 3].