

ВИКОРИСТАННЯ В КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛАХ МЕТАЛОКЕРАМІЧНИХ ТА МІНЕРАЛОКЕРАМІЧНИХ СПЛАВІВ

Л. Молокост, викладач

С. Шматко, фах. 1 категорії, інженер

Центральноукраїнський національний технічний університет

У сучасному матеріалознавстві особлива увага приділяється матеріалам, які поєднують високу міцність, термостійкість, зносостійкість та інші експлуатаційні характеристики. До таких матеріалів належать металокерамічні та мінералокерамічні сплави, які широко застосовуються в машинобудуванні, авіаційній, космічній та оборонній промисловості. Їх унікальні властивості обумовлені поєднанням металевої пластичності та керамічної твердості, що дозволяє суттєво покращити характеристики конструкційних елементів у складних умовах експлуатації [1].

Металокераміка – це композиційні матеріали, що складаються з металевої та керамічної фаз. Ці сплави є основним інструментальним матеріалом, який використовується для обробки конструкційних матеріалів з різними властивостями. Тверді матеріали характеризуються підвищеною швидкістю різання в 2-3 рази в порівнянні з швидкорізальними сталями, продуктивність мехобробки значно зростає. Поряд з високою твердістю (HRA 86 -90), високою теплостійкістю (800-1000⁰C) це робить тверді металокерамічні сплави основним конструкційним матеріалом для виготовлення ріжучого інструменту (60-70) всього об'єму обробки різанням. Тверді сплави виготовляють методами пресування і спікання порошків карбідів WC, TiC. TaC разом з металічним кобальтом, нікелем або молібденом. В залежності від складу карбідної фази тверді сплави поділяються на чотири групи: однокарбідні; двокарбідні; трьохкарбідні і безвольфрамові. В позначеннях марок твердих сплавів перші букви позначають групу до якої відноситься сплав: ВК – вольфрамовокобальтова, ТК – титановольфрамовокобальтова, цифри після К означають вміст кобальту, в %, після Т – вміст - TiC. Завдяки синергії властивостей металів (пластичність, теплопровідність) та кераміки (твердість, жаростійкість, хімічна інертність), ці сплави забезпечують високі показники міцності та стабільності при значних термічних навантаженнях [2]. Наприклад, карбіди та борида, які є типовими представниками металокераміки, застосовуються для виготовлення ріжучого інструменту, захисних оболонок і деталей турбін [3]. Недоліком є відносно низька міцність на згин. Їх використовують в умовах стискаючого навантаження.

Мінералокерамічні матеріали, що базуються на природних або синтетичних мінералах (таких як кварц, корунд, шпінель), також використовуються як конструкційні матеріали. Ці матеріали також відносять до групи твердих інструментальних. За допомогою їх можна підняти швидкість різання до 900-1000 м/хв, відрізняються високою твердістю (92-94 HRA) та високою теплостійкістю 1200⁰C і зносостійкістю. Висока теплостійкість пояснюється відсутністю в структурі цих матеріалів звязуючої металічної фази. Найбільшого розповсюдження знайшли кераміка оксидного та оксидокарбідного типів. Оксидна кераміка складається із 99% Al₂O₃. Серед основних марок мінералокераміки цього типу ЦМ-332; В3; ВОК-60; ВОК-63, які випускають у вигляді пластин, що закріплюють до корпусу інструменту.

Вони забезпечують високу термостійкість, електроізоляційні властивості та опір агресивним середовищам. У багатьох випадках мінералокераміка служить заміною традиційних металевих сплавів, особливо в електротехніці та хімічній промисловості [4].

Одним з основних методів виготовлення металокерамічних сплавів є порошкова металургія, яка забезпечує високу однорідність структури та точність форми. Це дозволяє зменшити обробку після формування виробу і знизити витрати сировини [5]. До 90 перспективних напрямів розвитку слід віднести створення наноструктурованих композитів на основі металокераміки, які забезпечують ще кращі показники зносостійкості та довговічності

[6].

Особливо важливим є застосування таких матеріалів у космічній галузі. Наприклад, теплозахисні екрани багаторазових космічних кораблів виготовляються із керамічних композитів, здатних витримувати температури понад 1500°C. У автомобілебудуванні металокераміка використовується для виготовлення гальмівних дисків спортивних автомобілів, що потребують максимальної зносостійкості [7].

Отже, металокерамічні та мінералокерамічні сплави мають виняткові фізико-механічні властивості, що робить їх незамінними в багатьох галузях сучасної техніки. Їх впровадження дозволяє підвищити надійність та довговічність виробів, зменшити вагу конструкцій та підвищити ефективність експлуатації. Подальші дослідження та розробки в цій сфері сприятимуть появі нових високоефективних матеріалів для промислових потреб.

Список літератури

1. Гаращук, В.М., Половко, І.Ю. (2019). *Матеріалознавство конструкційних матеріалів*. Київ: НАУ.
2. Алієв, Р.А. (2020). Металокераміка: властивості та області застосування. *Науковий вісник НТУУ "КПІ"*, №5, с. 54–60.
3. Пересада, С.М. (2021). Металокерамічні композити на основі карбідів. *Сучасні матеріали та технології*, №2(16), с. 21–28.
4. Греков, І.С. (2018). Мінералокерамічні матеріали та їх використання в електротехніці. *Електротехнічний журнал*, №3, с. 18–22.
5. Powder Metallurgy Review. (2023). *Introduction to Powder Metallurgy*. URL: <https://www.pm-review.com/introduction-to-powder-metallurgy/>
6. Yang, X., & Liu, J. (2022). Recent developments in nanostructured ceramic-metal composites. *Materials Science and Engineering A*, 857, 144009.
7. NASA Materials Science. (2023). *Thermal Protection Systems in Spacecraft Design*. URL: <https://www.nasa.gov/materials/thermal-protection-systems/>