

УДК 669.79:629.73

Краснопольська К.О.¹, Плескач В.М.²

¹ студ. гр. БАД-210 НУ «Запорізька політехніка»

² канд. техн. наук, доцент НУ «Запорізька політехніка»

ВЛАСТИВОСТІ ТА ВИКОРИСТАННЯ КЕРАМОМАТРИЧНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Композити – багатокомпонентні матеріали, які складаються з певної матриці та дисперсних, волокнистих або шаруватих наповнювачів. Сучасним керамічним композиційним матеріалам приділяється значно менше уваги [1, 2].

Керамічні композиційні матеріали мають цілу низку переваг: невелика густина, хімічна інертність, добра температуростійкість, висока міцність і ударостійкість, стійкість до дефектів мікроструктури та ін. Такі властивості дозволяють використовувати ККМ з високою надійністю для виготовлення виробів, які експлуатуються при високих температурах, статичних, вібраційних і ударних навантаженнях.

Основою (матрицею) для керамоматричних матеріалів служать оксиди (Al_2O_3 , ZrO_2 , SiO_2), карбіди (SiC , TiC , B_4C), нітриди (Si_3N_4 , AlN , BN), бориди (TiB_2 , ZrB_2) та ін. Проте найбільше практичне застосування отримали композити з карбідокремнієвою матрицею [2, 3]. При використанні склокристалічної (ситалової) матриці після певного термооброблення можна досягнути робочої температури виробу до $1250^{\circ}C$ [3].

авіаційної й ракетної техніки, де використовуються керамоматричні матеріали, є двигуни. Так, компанія GE Aviation використовує керамічні турбінні лопатки, які працюють при температурі понад $1100^{\circ}C$. Вони значно легше звичайних лопаток з хромонікелевих сплавів. Легші лопатки створюють менше відцентрове навантаження на диски, підшипники та інші деталі двигуна, а отже дозволяють зменшити їх масу.

Фірми «Harpoon» (VSTT), «ESK» (ФРН) використовують в авіаційних двигунах підшипники з тілами кочення з керамоматричних композитів. Їх перевагою є здатність опиратися високим температурам і навантаженням. Порівняно зі сталевими вони мають у 3...10 разів більшу довговічність при робочій температурі 600°C [2].

Керамоматричні матеріали добре показали себе як теплоізоляційні матеріали, здатні працювати при значних термонапруженнях. Це деталі теплозахисту і покриття для елементів термокамер, високотемпературних газодинамічних стендів, камер згоряння авіаційних двигунів; тобто, у конструкціях, де пріоритетним є оптимальне співвідношення маси і міцності. Зокрема, для камер згоряння і жарових труб газотурбінних двигунів розробляються керамоматричні покриття, які, крім високої міцності, мають коефіцієнт теплового розширення (КТР) близький до КТР основного металу, що дозволяє підвищити їх працездатність при термічних і знакозмінних навантаженнях [3].

Прикладом такого керамоматричного матеріалу служить емаль ЕВК-103М на основі оксидів хрому й кобальту (Cr_2O_3 , Co_3O_4), тетрабориду кремнію (SiB_4). Вона служить для захисту внутрішніх поверхонь камер згоряння авіаційних двигунів.

У світі ведуться роботи зі створення композитних захисних матеріалів - броні для військової техніки. Для цього найчастіше використовуються керамоматричні матеріали зі складним армуванням. Як наповнювач застосовують полімерні та вуглецеві волокна окремо або у комбінації з металевими кульками різного розміру. На цій основі компанія Morgan Advanced Materials створила броню товщиною 25 мм. Вона використовується для виготовлення захисних панелей замість сталевих для легких бойових машин.

У США на основі шпинелі $\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ розробили прозорий керамічний композиційний матеріал, який використовується для виготовлення куленепробивного скла.

Компанія CeramTec-ETEC розробила прозору кераміку PERLUCOR. Вона має прозорість понад 90%, у 3...4 рази міцніше звичайного скла, стійка при температурі до 1600°C. Кераміку PERLUCOR використовують у цивільному виробництві, транспортних засобах як матеріал, стійкий за умов газообразивного зношування.

Конструкційні керамоматричні матеріали здатні забезпечити максимальну реалізацію характеристик міцності, достатніх пружності та пластичності при створенні унікальних виробів, відповідальних конструкцій і складних технічних систем нового покоління. При цьому можна використовувати технології, які дозволяють виготовляти вироби будь-якої

складної конфігурації без подальшого механічного оброблення, що суттєво здешевлює виробництво.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Солнцев Ю.П., Беліков С.Б., Волчок І.П., Шейко С.П. Спеціальні конструкційні матеріали: Підручник для ВНЗ. – Запоріжжя: «ВАЛПІС-ПОЛІГРАФ», 2010. – 536 с.

2. Минаков В.Т., Солнцев С.С. Керамоматричные композиты. Все материалы. Энциклопедический справочник. 2007. №2. С. 90-99.

3. Беліков С.Б., Волчок І.П., Мітяєв О.А. Керамічні композиційні матеріали в авіа- і автомобілебудуванні: Збірник наукових праць «Будівництво, матеріалознавство, машинобудування». Дніпро, 2018. Вип. 104. С. 59-65.