**Вишняков Леон Романович. Наукові основи створення просторово-армованих металевими сітками композиційних матеріалів з підвищеним опором механічним та термічним навантаженням: дис... д-ра техн. наук: 05.02.01 / НАН України; Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М.Францевича. - К., 2005**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | Вишняков Л.Р. Наукові основи створення просторово-армованих металевими сітками композиційних матеріалів з підвищеним опором механічним і термічним навантаженням. – Рукопис. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.02.01 – Матеріалознавство. Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М.Францевича НАН України, м. Київ, 2005 р.  Дисертація присвячена вирішенню важливої науково-прикладної проблеми створення композиційних матеріалів із металевою та неметалевою матрицею, які просторово армовані металевими сітками трикотажної структури, для забезпечення підвищеного опору механічним і термічним навантаженням. Теоретично обґрунтовано та вирішено завдання встановлення взаємозв'язку між деформаційними властивостями та ефективними пружними характеристиками металевих в'язаних сіток зі структурою кулірного трикотажу. З використанням методів макроскопічної механіки пористих середовищ розроблено модель процесу деформаційної консолідації методами пресування та прокатки просторово армованих металевими сітками композитів з порошковою матрицею, яка основана на використанні відомих методів теорії пластичності пористих тіл, і враховує здатність податливої сітки вносити в'язкий елемент у процес ущільнення композиту. Для визначення механізмів дисипації енергії при циклічних навантаженнях запропонована розрахунково-експериментальна методика оцінки розсіювання енергії. Розглянуто стабільність структури композитів із металевою матрицею при дії температур під час отримання і експлуатації матеріалів, оптимізовані режими формування композитів методом гарячого пресування (дифузійного зварювання). Досліджено декілька груп важливих у практичному відношенні композиційних матеріалів - конструкційних, електродних, ущільнюючих, блискавкозахисних, в яких використання армуючих металевих сіток дозволяє здійснити їх функціональне призначення за умов досягнення просторової внутрішньої структури. Результати досліджень були впроваджені при створенні виробництва металевих сітчастих армуючих елементів і композиційних матеріалів з матрицями на основі алюмінієвих сплавів, хлориду міді, цирконію, термічно розширеного графіту та полімерних зв'язуючих в елементах конструкцій авіаційної техніки, водоактивованих джерелах струму, термохімічних катодах і ущільненнях теплових мереж та двигунів внутрішнього згоряння. | |
| |  | | --- | | В результаті виконаних досліджень розроблені наукові основи створення просторово-армованих металевими сітками композиційних матеріалів із підвищеним опором механічним та термічним навантаженням, що базуються на наступних наукових і практичних результатах:   1. В результаті аналізу структури об'ємних в'язаних сіток із структурою кулірного трикотажу типу "ластик" та "фанг" теоретично обґрунтовано та вирішено завдання встановлення взаємозв'язку між деформаційними властивостями та ефективними пружними характеристиками сіток. Запропоновано розрахункові залежності для визначення форми пружної лінії петлі, що дозволяють визначати макрогеометрію та конструктивно-технологічні параметри металевих сіток і отримувати сітчасті полотна на основі тонких дротів, зокрема із сталі, міді і тугоплавких металів. 2. З використанням методів макроскопічної механіки пористих середовищ розроблено модель процесу деформаційної консолідації просторово-армованих металевими трикотажними сітками композитів, яка ґрунтується на використанні відомих методів теорії пластичності пористих тіл, але враховує здатність податливої сітки вносити в'язкий елемент до процесу течії композиту, що ущільнюється. Вперше для листових просторово-армованих композитів розраховані параметри процесів пресування та прокатки, що забезпечують збереження вихідної структури сітки. 3. Досліджено вплив конструктивно-технологічних факторів на процеси отримання армованих металевими сітками листових композитів із врахуванням природи та технологічних характеристик порошкових матриць:   встановлено, що при прокатці за вертикальною схемою армованих сітками композитів з металевою матрицею деформаційна зона збільшується до 2-3 разів, а в армованих стрічках можна забезпечити конструкційну цілісність при збільшеній пористості (до 68% для алюмінієвого порошку) за рахунок зменшення деформації та напружень витягування у напрямку прокатки;  вперше в процесах спільного ущільнення прокаткою металевих порошків та армуючих сіток експериментально встановлено зв'язок рівня пружності сіток із закономірностями утворення зони ущільнення: при зростанні жорсткості сіток кут подачі порошку та кут прокатки можуть збільшуватись до двох разів;  показано, що умовою отримання армованих порошкових стрічок із наскрізним армуванням сітками, зокрема для катодних матеріалів на основі монохлориду міді, є застосування горизонтальної схеми прокатки та дотримання такого співвідношення між насипною густиною порошку, товщиною сітки і коефіцієнтом обтиснення стрічок валками, який забезпечує коефіцієнт витягування в межах 1,1-1,2;  встановлено, що для здійснення процесу прокатки армованого сітками термічно-розширеного графіту потрібно урахувати малий коефіцієнт зовнішнього тертя графіту і низькі значення насипної густини та технологічної текучості ТРГ.   1. Розроблено порошково-сітчасті та шарувато-волокнисті композити на основі алюмінію. Оптимізовані режими процесів виготовлення композитів із врахуванням можливої взаємодії армуючих та матричних фаз при підвищених температурах. Показано, що додаткове армування сталевими сітками композитів алюміній-волокна бору та алюміній-волокна карбіду кремнію дозволяє створити в композитах просторову структуру, що ефективно розсіює енергію при циклічних навантаженнях. Встановлено, що за рахунок відхилення тріщин на межах волокно-матриця і витрат енергії на витягування дротів з матриці та мікротертя армування невеликими об'ємними долями сталевих сіток (до 5-8%) підвищує демпфуючу здатність композитів без значних ушкоджень їх структури. Запропонована розрахунково-експериментальна методика оцінки внеску складових - сітки, матриці та волокон бору або карбіду кремнію – в процес розсіювання енергії, що дозволяє визначити взаємозв'язок між властивостями та конструктивно-технологічними факторами ущільнення шарувато-волокнистих композитів. 2. Досліджено вплив температури та витривалості на взаємодію армуючих волокон та матриці в композитах цирконій-вольфрам та цирконій-молібден, у яких при підвищених температурах внаслідок процесів взаємної дифузії елементів на межі матриці і армуючих волокон утворюються інтерметаліди ZrW2 та ZrMo2 і тверді розчини. Встановлена гранична температура (1373К), нижче якої взаємодія складових в цих композитах уповільнена. Композити, в яких цирконієва фольга армована вольфрамовими та молібденовими сітками, випробувані під циклічною дією електродугового розряду в якості матеріалу для термохімічних катодів з підвищеним ресурсом роботи, що вдалося збільшити головним чином, завдяки відведенню тепла армуючими сітками з робочої зони термокатоду та зменшення руйнування матеріалу при пускових навантаженнях.. 3. Досліджено умови використання в поверхнево-армованих композитах із полімерною матрицею мідних трикотажної сіток та в'язано-паяних сіток, покритих олов'яно-свинцевим припоєм, що сприяє ефективному розсіюванню енергії блискавки. В результаті теплової дії електричного розряду блискавки і ефекту випаровування припою такі армуючі елементи набувають можливості макропереміщень і шляхом зсуву та витягування дротів сітки з полімерної матриці підвищують опір матеріалу до руйнування. 4. Розроблено нові просторо-армовані металевими сітками композиційні матеріали та об'ємні сітчасті армуючі елементи:   композити з алюмінієвою матрицею, армовані сітками з нержавіючої сталі, які мають підвищену демпфуючу здатність;  армовані мідними об'ємними сітками електродні матеріали на основі монохлориду міді для біполярних електродів водоактивованих джерел струму;  ущільнюючі армовані металевими сітками стрічки та вироби (сальники, кільця, прокладки) з термічно розширеного графіту на заміну екологічно небезпечних азбестомістких ущільнень;  армовані сітками з вольфраму і молібдену композити на основі цирконієвої матриці, що випробувані в якості термохімічних катодів електродугових плазмотронів;  поверхнево-армовані металевими сітками блискавкозахисні полімерні композити;  металеві трикотажні сітки із сталі, міді, вольфраму, молібдену із регульованою структурою, що застосовуються у якості армуючих елементів просторово-армованих композитів різного призначення.   1. Результати досліджень реалізовані шляхом організації спеціалізованої науково-дослідної та експериментально-виробничої бази Інституту проблем матеріалознавства ім. І.М.Францевича НАН України, де, зокрема, створені:   дослідно-промислова дільниця виробництва металевих сіток;  дослідно-виробнича дільниця виготовлення електродних композиційних матеріалів на основі монохлориду міді, армованих мідними сітками, для хімічних джерел струму;  дослідно-виробнича дільниця виробництва армованих сітками матеріалів на основі термічно розширеного графіту;  розроблено та створено спеціалізований прокатний стан для отримання композиційних армованих сітками електродних стрічок;  розроблено обладнання для прокатки армованого сітками терморозширеного графіту.  Нові матеріали та технології були також впроваджені на Авіаційному науково-технічному комплексі "Антонов" (елементи захисту конструкцій від блискавки); ВАТ "Завод Уралелемент", м.Верхній Уфалей, Челябінська область, РФ (електродні матеріали для хімічних джерел струму); ВАТ "Заваллівський графітовий комбінат", Кіровоградська область (виробництво ущільнюючих матеріалів та виробів на основі термічно розширеного графіту); Казенному заводі порошкової металургії, м.Бровари, Київська область (армуючі елементи та композиційні матеріали); на підприємствах енергетики (ущільнюючі графітові прокладки та сальники пароводяної арматури теплових мереж), на підприємствах автомобільного транспорту (ущільнюючі графітові прокладки двигунів внутрішнього згоряння). | |