

Структурні особливості і властивості литих і газокристалічних матеріалів

Використав оригінальну ливарну технологію засновану на газоевтектичній реакції (розпад рідини одночасно на тверду і газоподібну фази) у розплаві, насиченим воднем, отримали зразки пористої литої міді.

Можливості підвищення якості металів традиційними засобами (легуння, та хіміко-термічної обробки) у значній мірі вичерпані. У матеріалознавстві позначився новий шлях – створення композиційних матеріалів, а саме простих, що поєднують у собі різні властивості. Особливо перспективними є матеріали, структурно подібні природним аналогам (кістки, бджолині стільники). Нещодавно було виявлено, що у системах метал-водень спостерігається газоевтектична реакція, внаслідок якої формується подібна пориста структура [1]. В залежності від параметрів газоармування можуть бути отримані матеріали з різноманітною структурою (рис. 1) і відповідно властивостями.

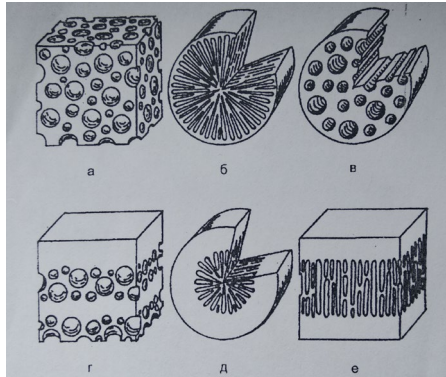


Рис. 1. Варіанти макроструктури газарів: а – сферійдна пористість; б – радіально-еліпсоїдна пористість; в – аксіально-циліндрична пористість; г, д, е, - пористо-монолітні структури [1]

На цій науковій базі створено новий клас композиційних матеріалів, названих газарами. Практичні іспити показали їх явні переваги над іншими пористими матеріалами у міцності та деяких інших експлуатаційних властивостей. Особливо перспективним видається використання газарів у авіа- та ракетобудуванні, де міцність за високих температур та питома вага матеріалів відіграють важливу роль.

Водень є універсальним зовнішнім агентом і легуючим елементом, що забезпечує можливість нових ефективних методів обробки металічних

матеріалів [2]. Важливий пункт концепції про фундаментальний характер водневої дії на металічні матеріали є його керуваність і оброблюваність. Спочатку водень вводиться у метал для отримання необхідної структури, а потім видаляється з нього, зберігаючи змінну структуру, яка забезпечує необхідні властивості за відсутності самого легуючого елемента. Використав оригінальну ливарну технологію, засновану на газоевтектичній реакції (розпад рідини одночасно на тверду і газоподібну фази) у розплаві, який насичений воднем, що дозволило отримати особливий клас конструкційних і функціональних матеріалів. Тільки вони мають у своєму складі газову фазу як повноправну структурну складову, яка визначає більшість властивостей матеріалу.

Щодо аналогічних матеріалів на базі металів і сплавів, то експлуатація виробів, отриманих шляхом вспінювання або спікання виявило деякі властивості, що обмежують їх використання. Основною проблемою при отриманні спінених металів (пінометалів) є швидкість спливання бульбашок газу, вона не дозволяє зафіксувати їх в об'ємі металу який затвердіває. У зв'язку з цим відомі навіть спроби отримання пінометалів у невагомості на комічних станціях "Союз" і "Skylab".

Експлуатація виробів із пористих матеріалів на металічній основі, отримуваних шляхом спікання волокон, порошоків, сіток, труб, стрічок виявила певні властивості, що обмежують їх використання в якості конструкційних матеріалів. У зв'язку з цим перспективним є використання нового класу литих газокристалічних матеріалів отримуваних методом газоармування за спеціальною технологією лиття у вакуумно-компресійних установках і отримавших назву пористих литих матеріалів (ПЛМ).

Особливий інтерес являють матеріали з анізотропною макроструктурою – суцільнолитий металічною матрицею і регулярно розподілений у ній витягнутими і орієнтованими в одному напрямку порами протяжність якої на 1-2 порядки перевищує їх діаметр. Пористість 10-60% за діаметра 20-2000 мкм їх орієнтація може бути регламентована технологічним впливом в процесі створення виробу або заготовки.

Ціль роботи – вивчити механічні властивості анізотропного ПЛМ на основі міді і сплаву БрА 8,5, дослідити його конкурентоспроможність у порівнянні з продукцією аналогічного призначення.

Для дослідження механічних властивостей ПЛМ випробувані стандартні методи, що використовуються для суцільних матеріалів: випробування на розрив і на ударну в'язкість. Дослідження проводили на зразках з вертикально розташованими порами і відносною щільністю 40-98%. За пористості 15-20% відзначається підвищення механічних характеристик. Високі міцнісні властивості ПЛМ пояснюються наявністю суцільнометалічної матриці, що забезпечує жорсткий зв'язок між елементами структури. Розрахунки показали, вісьосиметрична форма пор з гладкою поверхнею ускладнює локалізацію внутрішніх напружень і утворення магістральної тріщини, яка в свою чергу призводить до руйнації.

Характер залежності ударної в'язкості від щільності явно вказує на наявність кількох механізмів деформації і руйнування ПЛМ на ударну в'язкість. Порівняльна оцінка механічних властивостей анізотропних ПЛМ на основі міді

зі структурою, близькою до моделі ідеального пористого тіла, з пористістю 20% за своїми властивостями переважають волоконні, а також пористі порошокві матеріали.

Аналіз макроструктури зразків зі ступенем пористості 15-50% і його механічних властивостей показав, що в матеріалах з напрямленими ультрамалими порами при досягненні розмірів міжпорових перегородок, порівнянних з розмірми ниткоподібних кристалів, можливе аномальне підвищення властивостей міцності матеріалу в цілому.

Надалі зменшення поперечного розміру міжпорових перегородок до не менш як 10 мкм має призвести до ще більш інтенсивного підвищення міцнісних характеристик пористих композиційних матеріалів.

Специфіка пористих литих матеріалів [3] полягає в тому, що отримані за спеціальною ливарною технологією, вони мають структуру, близьку до структури «ідеального пористого середовища». Окрім того, в цих матеріалах можлива реалізація таких структурних станів, за яких циліндричні або еліпсоїдальні пори однаково орієнтовані у монолітному каркасі, маючи гексогональну симетрію, можуть виконувати зміцнюючу функцію.

Ефекти зміни властивостей досліджуваного пористого матеріалу пов'язані з особливостями його структури. Враховуючи переважну орієнтацію пор і загальну монолітність матриці, кожному міжпорову перегородку можна розглядати як окремий монолітний зразок. Це підтверджується різким зниженням відносного поперечного звуження. Макроаналіз поверхні руйнування показав, що замість ярко вираженої шийки, характерної для міді, на кожній міжпоровій перегородці утворюється мікрошийка. Результати досліджень показали, що зі зменшенням ступеня пористості матеріалу зменшується діаметр пор і товщина стінок між ними.

Висновок

Слід відзначити деякі переваги ПЛМ, що отримані за допомогою газоевтектичного перетворення, що зумовлено їх основними характеристиками: різноманітна форма і розмір пор; різноманітна орієнтація пор у виробі і можливість її коректування та керування; гарна оброблюваність різанням, тиском, зварюваність та можливість паяти; відносно невисока вартість; порівняно проста технологія отримання; можливість отримання пористого шару на поверхні монолітного виробу і монолітного шару на порситому виробі; висока міцність, пластичність та жорсткість.

Список літератури

1. Шаповалов В.И. Закономерности формирования структуры газoarмированных материалов – газаров. Теория и практика металлургии. – 1997, №2. с.13-18.
2. Шаповалов В.И. Легирование водородом. – Днепропетровск: Журфонд. 2013. 385 с.
3. В.И.Шаповалов Литые пористые сплавы: производство, структура, свойства и применение. Металл и литье Украины. – 1995. - №2. – с.2-10.