

властивостей α - і псевдо- α -сплавів титану за умов малоциклового чистого згину та обертового згину.

Мета роботи – дослідити вплив регламентованого твердорозчинного зміцнення поверхневого шару титанового сплаву VT1-0 на опір втоми за умов циклічного розтягу. Матеріал дослідження тонколистовий (1,0 мм) титановий сплав VT1-0 (технічно чистий титан, пл. 7478, серія 43472, ГОСТ 22178-76 – відпалений стан). На титановому сплаві VT1-0 було сформовано поверхневі газонасичені шари глибиною 50 – 60 мкм з різним рівнем зміцнення K : 30, 40 – 50, 65 – 70 %, який визначали за величиною відносного приросту твердості поверхні $K = ((H_{\mu}^s - H_{\mu}^c) / H_{\mu}^c) \cdot 100 \%$, де H_{μ}^s - твердість поверхні металу, H_{μ}^c - твердість серцевини металу.

Втомні дослідження на циклічний розтяг проводили на установці з інерційним силозбудженням від обертальних незрівноважених мас з частотою навантаження в інтервалі $\nu = 7 - 8$ Гц і коефіцієнтом асиметрії циклу напруження $R = 0,2$. Встановлено, що термодифузійне твердорозчинне зміцнення поверхневого шару в досліджених межах $70 \% > K > 30 \%$ позитивно впливає на опір втоми титанового сплаву VT1-0 за умов циклічного розтягу. Максимальний рівень опору втоми титанового сплаву VT1-0 досягнуто при поверхневому зміцненні $K = 40 - 50 \%$. За цього зміцнення кількість циклів до руйнування за напруження (σ_b – короткотривала міцність у вихідному стані) зростає на 100 – 120 %. Рентгеноструктурними дослідженнями зафіксовано зміну параметрів решітки титану a та c та їх співвідношення c/a залежно від рівня поверхневого зміцнення, виявлено зміну величини напружень 1-ого роду після поверхневого зміцнення, а також зміну розміру субзерен після зміцнювальних обробок. Показано, що зміцнення на оптимальний рівень ($K = 40 - 50 \%$) сприяє найбільшій деформації кристалічної решітки металу, максимальному подрібненню його субзеренної структури, виникненню максимального рівня напружень стиску.

Метод твердорозчинного зміцнення поверхневого шару термодифузійним насиченням має ряд вагомих переваг перед іншими методами підвищення опору втоми: можливість суміщати операції зміцнення поверхні виробів зі штатною вакуумною термообробкою; обробляти вироби складної форми без зміни їх геометрії і розмірів; розширити межі експлуатаційної придатності виробів з газонасиченими шарами; дозволяє реалізувати одночасну поверхневу та об'ємну обробку і може бути рекомендований як кінцева технологічна операція.

Електротехнічний комплекс для вимірювання опору алюмінієвих сплавів в інтервалі кристалізації

Д. В. Вінниченко

Інститут імпульсних процесів та технологій НАН України, Миколаїв

Розробка достовірної діагностики фазового стану тверднучого металу є актуальною і з фундаментальної точки зору, оскільки дозволить отримати більш точні уявлення про закономірності фазового перетворення багатокомпонентних розплавів. Деякі автори припускають, що фазовий перехід здійснюється безперервно з відсутністю чіткої межі між рідко-твердим та твердо-рідким станом, інші вважають такою межею границю виливаємості або початок лінійної усадки.

Теоретичною основою для розробки методу визначення фазового стану сплавів в інтервалі кристалізації є уявлення про структуру ближнього порядку металевої рідини та структурно-фазові перетворення під час кристалізації. Існують гіпотези,

згідно яких значно перегрітий над температурою ліквідус розплав (понад 100 °С) знаходиться в стані, наближеному до істинного розчину. По мірі охолодження до температури ліквідус стан розплаву змінюється на квазідвофазний з утворенням в об'ємі великої кількості кластерних угруповань – осередків структури ближнього порядку. З подальшим переходом через ліквідус на базі цих осередків або домішкових включень починається зародкоутворення і виділення із розплаву частинок твердої фази з чіткою поверхнею розділу (провідність цих частинок в залежності від їх хімічного складу може бути більшою, або меншою від провідності матричного розплаву). Після стикання кристалів та утворення твердого каркасу первинної фази, проміжки якого ще заповнені рідиною, сплав є гетерогенною системою з нерегулярним статистичним розміщенням кристалів. Ступінь гетерогенності значно підвищується під час евтектичного перетворення залишкової рідини.

Метод визначення фазового стану металів в інтервалі кристалізації базується на теоретичних і практичних даних про певні залежності питомого електричного опору металів від термодинамічної температури і полягає у тому, що еквівалентний опір двофазної системи буде визначатися як функція геометричних і електричних параметрів кожної фази. Визначення цієї функції для металу дозволить за результатами виміру поточного опору металу контролювати поточний фазовий стан розплаву, що кристалізується. Для визначення параметрів інтервалу кристалізації зразка металу необхідно застосовувати один з відомих методів. Найбільш інформативним методом є термографічний.

Вплив розміру зерна на схильність металу з ОЦК-граткою до водневої крихкості

А. В. Ігнатенко

Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України, Київ

В основу чисельного моделювання впливу розміру зерна на схильність металу до водневої крихкості покладено вдосконалену математичну модель процесу зародження і розвитку субмікротріщин у вершині плаского скупчення крайових дислокацій у зерні металу з ОЦК-граткою. Модель враховує ефект локалізації пластичності металу, зумовлений воднем.

На базі числової моделі створено комп'ютерну програму, яка дозволяє проаналізувати вплив ефекту водневої локалізації пластичності на властивості металу. В результаті розрахункового експеримента показано, що присутність водню змінює вид кривої, що відображує залежність між розміром зерна і міцністю металу. Показано, що за рахунок викликаної воднем локалізації пластичності суттєво знижуються напруження, необхідні для руйнування зерна. За певних умов зниження крихкої міцності може досягати 50 %. За інших рівних умов подрібнення зерна призводить до зростання водневої крихкості, хоча абсолютне значення напруження руйнування металу з більш дрібним зерном лишається вищим.