

РОЗРОБКА ДИСПЕРСІЙНО-ТВЕРДІЮЧОГО ЕЛІНВАРУ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЙОГО ТЕРМОПРУЖНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ

Кучма С.М., доцент, Стародубов С.Ю., ст. викладач, ДонДТУ, м. Алчевськ

Інноваційний розвиток радіоелектронної та електротехнічної промисловості можливий лише за умови забезпечення цих галузей новими матеріалами, наприклад, дисперсійно-твердіючими елінварами системи

Fe–Ni–Cr з високим рівнем спеціальних властивостей, зокрема термопружних: добротності, температурних коефіцієнтів модуля пружності (ТКМП) та частоти (ТКЧ).

Поєднання необхідного рівня термопружних властивостей елінварів забезпечується в процесі термомеханічної обробки [1]. При цьому термічна обробка елінварів являє собою технологічно складний та трудомісткий процес, режими якого підбираються індивідуально для кожної плавки.

Крім того, експериментальними дослідженнями та практикою застосування вищеназваних сплавів доведено, що рівень властивостей існуючих елінварів дуже чутливий навіть до незначних коливань концентрацій легуючих елементів навіть в межах однієї плавки.

Тому одним з перспективних напрямків подальшого вдосконалення технології елінварів з поліпшеним рівнем спеціальних термопружних властивостей, крім розробок спеціальних видів термообробки [2], є додаткове легування, зокрема такими елементами, як титан, алюміній, вольфрам, кобальт і молібден, та оптимізація концентрації основних легуючих елементів в елінварах.

В даний час найбільше застосування в промисловості знаходять дисперсійно-твердіючі елінвари марок 44НХМТ та 45НХТ. Проте ефективне їх використання можливе лише за умови проведення складної термомеханічної обробки.

На базі елінвару 44НХМТ було розроблено новий дисперсійно-твердіючий елінвар з наступним вмістом основних легуючих елементів:

Ni = 45,6...46,6%; Cr = 2,7...3,3%; Ti = 2,7...3,1%; Al = 0,6...1,1%;

W = 2,0...3,0%. В порівнянні з базовим елінваром в розробленому сплаві підвищено вміст нікелю, зменшено вміст хрому та домішок, молібден замінено на вольфрам. Експериментальні дослідження показали, що підвищення вмісту нікелю розширило область елінварності за рахунок підвищення точки Кюрі. Зменшення вмісту хрому дозволило стабілізувати значення ТКМП за рахунок зниження ймовірності утворення

□-фази – інтерметалідної фази типу FeCr з тетрагональною кристалічною решіткою, яка містить 30 атомів в елементарній комірці. Алюміній сприяє суттєвому зміцненню сплаву за рахунок утворення γ' -фази приблизного складу [(Ni,Fe)₃(Al,Ti)] при проведенні термообробки та стабілізації цієї фази за рахунок зниження ефекту можливої перебудови цієї фази в крихку η -фазу приблизного складу Ni₃Ti. Додаток карбидоутворюючого елемента – вольфраму – послабила чутливість спеціальних термопружних властивостей сплаву до коливань вмісту нікелю, титану та алюмінію. Крім того, маючи високу температуру рекристалізації, вольфрам є активним зміцнювачем сплаву при високих температурах.

Рівень спеціальних термопружних властивостей сплавів, які випускаються металургійною промисловістю, в стані постачання не відповідає вимогам, що ставляться радіоелектронною

промисловістю. Остаточне формування рівня спеціальних термопружних властивостей сплаву відбувається в процесі термомеханічної обробки. Проведення термомеханічної обробки розробленого сплаву за традиційною для елінварів схемою: загартування від 1 000° С □ холодне деформування (□ = 60%) □ старіння (650° – 750° С на протязі 1 години) забезпечило підвищення рівня добротності на 15 000 одиниць порівняно з сплавом-прототипом 44НХМТ. Причому зазначене збільшення спостерігається в більш широкому інтервалі температур старіння, що свідчить про стабілізацію добротності та спрощує технологію термічної обробки. Забезпечити ТКМП, близький до нуля, не вдалося, проте його значення додатні та мають майже лінійну залежність від температури старіння.

Таким чином підтверджено перспективність використання розробленого елінвару в якості конструкційного матеріалу для пружно-чуттєвих елементів. Для подальшого розвитку технології розробленого дисперсійно-твердіючого елінвару необхідно провести подальший пошук видів та режимів спеціальної термомеханічної обробки з метою забезпечення поєднання високих значень добротності з ТКЧ, близьким до нуля.

Список літератури

1. Бернштейн М.Л. Термомеханическая обработка металлов и сплавов: в 2 т. / М.Л. Бернштейн. – М.: Металлургия, 1968. – Т.1.: Термомеханическая обработка сплавов. – 1968. – 596 с., ил.
2. Кучма С.Н. Улучшение комплекса свойств элинварного сплава 44НХМТ методом комбинированной деформационно-термической обработки: Дис.: канд. тех. наук: 05.02.01: защищена 18.05.2010; утв. 10.10.2010 / Кучма Светлана Николаевна; ХНАДУ (ХАДИ). – Харьков, 2010.
3. Кучма С.Н., Стародубов С.Ю. Анализ влияния легирующих элементов на специальные термоупругие свойства элинваров / С.Н. Кучма, С.Ю. Стародубов // Сборник научных трудов Донбасского государственного технического университета. Вып. 33. – Алчевск, ДонГТУ, 2011. – С. 180 – 188.