OPTIMUM MANUFACTURING PROCESS FOR ORTHODONTIC NiTi MEMORY WIRE

S. K. Sadrnezhaad* and H. A. Shafiee#

AIM: NiTi memory alloy is used in orthodontic practice in recent years. The purpose of this research is to find an optimum method for production of these wires using the materials and facilities available.

MATERIALS: Cathodic Ni plates and pure Ti ingots were used for melting and casting of the alloy and Ti BDH and pure Ni powders were used to produce the memory alloy in combustion synthesis and powder metallurgical methods.

METHODS: The alloy was produced in three different ways of melting and casting, combustion synthesis and powder metallurgy.

RESULTS: We have found that melting and casting in high frequency vacuum units can result in production of an appropriate ingot for manufacturing of orthodontic memory wires. Although combustion sysnthesis is also applicable to production of these materials, however, powder metallurgical method is only suitable for production of near net shape memory implants.

CONCLUSION: Optimal conditions for manufacturing of orthodontic wires were obtained through melting and casting the memory NiTi alloy in a high frequency induction unit and subsequent thermomechnical treatment of the ingot. Effects of aging and thermal cycling on transformation temperatures and strength of the material are also investigated.

*Professor of Department of Materials Engineering and Science, Sharif University of Technology and

Assistant Professor of Orthodontic department, Shahid Beheshti Medical Science University

روش بهینهٔ ساخت سیمهای ارتدنسی حافظه‌دار نیکل ـ تیتانیوم

دکتر سیدخطیب‌الاسلام صدرنژاد* (سخنران)
دکتر حسن‌علی شفیعی**

اهداف: استفاده از آلیاژ حافظه‌دار *Ti - Ni* در ساخت سیمهای ارتدنسی در سالهای اخیر مطرح شده است. هدف از این تحقیق یافتن شیوه بهینه برای ساخت آلیاژ و تبدیل آن به سیم مطلوب برای استفاده در ارتدنسی می‌باشد.

مواد و روشها: از شمشهای نیکل کاتدی و تیتانیوم خلوص بالا برای تولید آلیاژ مذاب و پودر تیتانیوم *BDH* و پودر نیکل با خلوص آزمایشگاهی برای تولید آلیاژ به سه روش ذوب و ریخته‌گری، سنتز احتراقی و متالورژی پودر استفاده شد. ساخت آلیاژ توسط فرآیند ذوب و ریخته‌گری، سنتز احتراقی و متالوژی و پودر برای دستیابی به بهترین شیوه از نظر قابلیت انطباق با شرایط و امکانات موجود در کشور در مقیاس آزمایشگاهی انجام گرفت. از کوره القایی با فرکانس بالا تحت خلاء، یکنواخت‌سازی در کورهٔ مقاومتی تحت خلاء، سختی‌سنجی میکرو و ماکرو، نورد تخت و گرد، اسیدشویی و عملیات حرارتی به منظور ایجاد پدیده حافظه‌داری استفاده شد. سپس اثر عملیات حرارتی ـ مکانیکی بر مشخصات آلیاژ مورد بررسی قرار گرفت.

اندازه‌گیری تأثیر دماها و زمانهای پیر کردن بر دماهای تغییر حالت و استحکام آلیاژ با استفاده از روش اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی و آزمایشهای اندازه‌گیری خواص مکانیکی انجام شد. همچنین به منظور مطالعهٔ تأثیر چرخه‌های حرارتی، تعداد ده چرخه کامل بر آلیاژ اعمال و نتایج ثبت گردید.

نتایج: ساخت آلیاژ دارای محدودیتهایی از نظر جذب ناخالصیها از جمله اکسیژن، کربن، نیتروژن، هیدروژن و حتی آرگون و همچنین دستیابی به یکنواختی در آلیاژ نهایی می‌باشد که با توجه به انعطاف‌پذیری کوره‌های القایی در انتخاب بوته، ظرفیت، خلوص و یکنواختی آلیاژ، امکان ساخت

* استاد دانشکده مهندسی و علم مواد دانشگاه صنعتی شریف
** استادیار گروه آموزشی ارتدنسی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

آزمایشگاهی و نیمه صنعتی را فراهم ساخته است. استفاده از روش سنتز احتراقی و متالورژی پودر نیز می‌تواند منجر به تولید آلیاژ شود، لکن ساخت سیم از شمش تولیدی اگر چه در شیوه نخست فراهم است، اما روش دوم تنها برای ساخت قطعات کوچک به شکل نیمه نهایی مناسب به نظر می‌رسد.

آزمایشهای مقاومت‌سنجی نشان داد که با افزایش دما و زمان پیر کردن، دما Ms و As افزایش می‌یابد، در حالی که دمای Af کاهش پیدا می‌کند. همچنین مشاهده گردید که دماهای تغییر حالت در اثر اعمال چرخه‌های حرارتی تغییر می‌کند. نتایج به دست آمده از آزمایشهای مکانیکی نشان می‌دهد که در اثر پیری استحکام آلیاژ به واسطهٔ فرآیند رسوب سختی افزایش می‌یابد، اما در صورتی که زمان پیری طولانی باشد، به سبب درشت شدن رسوبها و تغییر مکانیزم حرکت نابجاییها، استحکام کاهش خواهد یافت.