

УДК 620.22:620.186

DOI: 10.17223/00213411/64/5/68

*Г.В. ШЛЯХОВА, А.В. БОЧКАРЁВА, М.В. НАДЕЖКИН***ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДИСПЕРСИОННО-ТВЕРДЕЮЩЕГО ЭЛИНВАРНОГО СПЛАВА \***

Представлены экспериментальные результаты исследования фазового состава, размера зерна, значения прочности, пластичности и твердости элинварного сплава Ni-span-C 902 после различных режимов термообработки (закалка и закалка плюс старение). Проанализированы режимы термообработки, позволяющие получать высокие физико-механические свойства сплава элинвар. Показано, что улучшение структуры сплава при термической обработке происходит за счет термических напряжений, а также образования и растворения интерметаллидов.

*Ключевые слова:* элинварный сплав, прочность, твердость, термообработка, структурный анализ.

**Введение**

В точном приборостроении используются измерительные преобразователи-датчики, которые позволяют регистрировать физические характеристики с весьма высокой точностью, например, волосковые спирали и пружины специальных часовых механизмов, плоские, спиральные и геликоидальные пружины, регуляторы скорости двигателей, датчики давления и др. [1]. Широко распространены измерительные датчики, в которых собственные колебания измерительной системы возбуждаются за счет приложения внешнего электромагнитного поля. Подобные устройства позволяют определить с высокой точностью различные характеристики: силовые воздействия, изменение угловых и линейных размеров, значения параметров движения и др. [2]. Известно [1], что на частоту колебаний оказывают влияние упругие характеристики материала, такие, как модуль Юнга и величина возникающих напряжений. Высокие значения предела текучести этих материалов позволяют исключить превышения порога пластичности возникающими рабочими напряжениями. Для устойчивой работы подобных преобразователей необходимо создать условия, при которых возникающие рабочие напряжения не превышали бы предела упругости. Кроме того, необходимо обеспечить постоянство модуля упругости в процессе эксплуатации. Названные требования особенно важно учитывать, если устройство работает в условиях, допускающих заметные колебания температуры, поэтому необходимо использовать материалы, обладающие температурной стабильностью упругих характеристик.

В ферромагнитных сплавах для количественной оценки элинварности принято использовать специальный показатель – термоупругий коэффициент, определяемый как приращение модуля Юнга в определенном интервале температур [3]. В качестве ферромагнитных элинварных материалов в настоящее время распространены сплавы на основе Fe–Ni–Cr [3, 4]. Учитывая необходимость обеспечения в таких сплавах высокого уровня прочностных свойств, их принято дополнительно легировать титаном и алюминием. Это позволяет перевести элинвары в класс дисперсионно-твердеющих сплавов. Варьирование режимов термической обработки (закалки, старения) дает возможность менять не только механические характеристики (прочностные и пластические свойства), но и воздействовать на их стабильность в широком диапазоне температур.

Для потоковых измерителей плотности используется элинварный сплав Ni-span-C alloy 902 [5]. Несмотря на достаточный опыт его практического применения для указанных целей, существует ряд вопросов, не получивших до настоящего времени достаточного освещения. Так, отсутствуют сведения, касающиеся влияния структурного фактора на полноту элинварного эффекта. Несомненная важность этой проблемы определяется тем, что для указанного сплава технологическая операция предусматривает осуществление последовательности термических обработок (закалки и старения), сопровождающихся структурными изменениями. Поэтому оптимизация режимов тер-

\* Работа выполнена в рамках госзадания ИФПМ СО РАН, тема номер FWRW-2021-0011.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала  
**«Известия высших учебных заведений. Физика»**  
осуществляется на платформе  
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU  
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>