

ИССЛЕДОВАНИЯ ФАЗОВОГО СОСТАВА ТВЕРДЫХ ТЕЛ МЕТОДОМ ДИЛАТОМЕТРИИ

Галушак И. В., Дульфан А. Я, Фатьянова Н. Б.
*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»
г. Харьков, ул. Кирпичева 2*

При изменении фазового состава твердых веществ почти всегда наблюдается изменения объема образца, например, при старении, дисперсионном упрочнении, когда вещества после закалки с высоких температур в условиях эксплуатации меняют свой фазовый состав. К настоящему времени существуют много типов приборов, в основе которых лежат одни и те же дилатометрические принципы фиксации изменения размеров тела, вызванное воздействием температуры, давления, электрических и магнитных полей, ионизирующих излучений. Образец подвергают нагреву или охлаждению в устройстве, которое передает изменение длины образца на записывающее устройство, расположенное вне печи. Основное преимущество этого метода заключается в том, что скорость нагрева и охлаждения может быть достаточно мала для обеспечения приближения к равновесию; если же это неосуществимо, то можно поддерживать температуру на заданном уровне до тех пор, пока установившееся состояние не будет свидетельствовать о достижении равновесия. Дилатометрический метод хорошо применять для исследования изменения фазового состава в твердом состоянии, который имеет небольшой тепловой эффект или протекают достаточно с малыми скоростями. Возможность поддержания температуры на заданном уровне до тех пор, пока образец не достигнет равновесного фазового состава за счет процессов диффузии после закалки при температурах эксплуатации, также исключает явление гистерезиса, обычно наблюдаемое при исследовании изменения фазового состава в твердом состоянии с помощью термического анализа. Дилатометрический анализ проводится при низких скоростях нагрева и охлаждения с целью свести температурный гистерезис к минимуму.

В настоящее время существуют несколько типов дилатометров. В интерференционных дилатометрах (чувствительностью $\sim 10^{-10}$ м) исследуемый образец помещают между двумя оптическими пластинами и получают интерференционную картину при освещении их монохроматическим светом; об изменении размеров образца судят по смещению интерференционных полос. В емкостных дилатометрах (чувствительностью $\sim 10^{-11}$ м) изменения размеров образца изменяет емкость конденсатора, который служит датчиком. В индукционных дилатометрах (чувствительностью $\sim 10^{-11}$ м) при изменении размеров

образца изменяется взаимное положение двух катушек индуктивности, т. е. их взаимная индуктивность. В оптико-механических дилатометрах (чувствительностью $\sim 10^{-8} - 10^{-9}$ м) изменение размеров образца вызывает смещение светового указателя и по величине угла, на который надо переместить зрительную трубу, чтобы увидеть световой луч, можно определить изменение размеров тела. В радиорезонансных дилатометрах (чувствительностью $\sim 10^{-14}$ м) датчиком служит объёмный резонатор, стенки которого могут быть изготовлены из исследуемого материала; об изменении размеров стенки резонатора судят по изменению резонансной частоты.

Конструкция дилатометров обычно предусматривают возможность изменения внешних воздействий на образец. Особое внимание уделяется учету расширения (сжатия) окружающих образец тел (передающих звеньев, эталонов).

Основное внимание при изменении фазового состава твердых тел, в частности, сплавов уделяется стабильности их состава и размеров в процессе эксплуатации. В результате закалки сплава образуемый пересыщенный твердый раствор термодинамически неустойчив и в нем с течением времени и при изменении температуры могут начинаться процессы распада, что может приводить к весьма существенному изменению всех физико-механических свойств сплавов, применяемых в прецизионном приборостроении.

Количественное исследования стабильности фазового состава и размеров прецизионных сплавов проводилось авторами работы на дифференциальном оптическом дилатометре с высокочувствительной дилатометрической головкой для отдельной записи температуры и деформации. Разработана методика и технология изготовления кварцевых толкателей и строго соосной сборки узла держателей с применением люнеты. Все это позволило осуществить дилатометрирование со среднеквадратичной погрешностью, не превышающей $10^{-4}\%$ и провести количественное исследования стабильности фазового состава и размеров образцов.

С помощью дилатометрического метода показано, что можно не только обнаружить изменение фазового состава и размеров стареющих сплавов, но и возможность дальнейшего повышения стабильности их формы, свойств и фазового состава, устранения напряжений и коробления, повышения долговечности работы прецизионной аппаратуры, а также снижения трудоемкости процесса термической обработки.

Таким образом метод дилатометрии весьма удобен для изучения превращений фазового состава и формы деталей твердых тел, сплавов, что является основным требованием прецизионного приборостроения.