

KUTS-AR 68-0145

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ПРИБОРЫ И ТЕХНИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

(отдельный оттиск)

3

МОСКВА • 1968

NOV 30 1973

ДИЛАТОМЕТР ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТВЕРДЫХ ТЕЛ ПРИ ВЫСОКИХ ГИДРОСТАТИЧЕСКИХ ДАВЛЕНИЯХ

A. R. Kutsar
А. Р. КУТСАР

ЦНИИ черной металлургии, Москва

(Получено 26 июня 1967 г.)

Описаны конструкция и измерительная схема дилатометра с тензометрическим упругим элементом, предназначенного для исследования твердых тел при высоких гидростатических давлениях. Приведена дилатограмма La, полученная при давлении 14 кбар. При помощи описанного дилатометра проводились измерения в условиях гидростатических давлений до 25 кбар при температурах до 500 °С.

Для исследования твердых тел в условиях высоких гидростатических давлений изготовлен малогабаритный дилатометр, основанный на принципе измерения удлинения (сжатия) образца тензометрическим упругим элементом с датчиками сопротивления.

Основой дилатометра (рис. 1) является цилиндрический кварцевый корпус 1, внутри которого размещаются: упорная игла 2, П-образный упругий элемент 3, с двумя наклеенными тензодатчиками 4, кварцевый толкатель 5, исследуемый образец 6 и кварцевая трубка 7. Упругий элемент 3 изготовлен из пружинного сплава 40КНХМ, после деформации 40% и отпуска при 450° в течение 1 ч. Проволочные тензодатчики 4 — константановые на бумажной основе с базой

5 мм — наклеивались клеем БФ-2 по режиму описанному в [1]. Образец нагревался спиралью 8 из никромовой проволоки (φ 0,2 мм).

К верхней части корпуса дилатометра при помощи цемента 9 прикреплена крышка 10 с прижимным винтом 11. Крышка и винт изготовлены из талька (природный минерал $3MgO \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$), после механической обработки они отжигались в течение 2 ч при 1200 °С. В нижней части кварцевого корпуса име-

ются окна 12, через которые внутрь корпуса вставляется упругий элемент при сборке дилатометра. Для теплоизоляции 13 используется стекло-нить КН-11. Термопара 14 (хромель-алюмель φ 0,2) вводится внутрь образца 6 через трубку 7 и отверстие винта 11. Основные размеры дилатометра: диаметр нижней части корпуса 16 мм, общая высота 65 мм. Диаметр образца 3,5 мм, длина 5 ÷ 7 мм.

После сборки дилатометра, вращением винта 11 производится предварительная начальная деформация упругого элемента на 0,2 ÷ 0,3 мм для выбирания зазоров и обеспечения надежного контакта толкателя с образцом и упругим элементом. При нагревании происходит изменение длины образца 6, что вызывает перемещение толкателя 5 и соответствующую деформацию упругого элемента 3, которая определяется по изменению сопротивления тензодатчиков 4.

Сопротивления тензодатчиков измеряются схемой рис. 2. Датчики D_1 и D_2 включены в мостовую схему как плечи одной ветви. Такое включение датчиков позволяет осуществить компенсацию и получить в измерительной диагонали моста сигнал, связанный только с деформацией упругого элемента. Другая ветвь составлена постоянными сопротивлениями R_1 ÷ R_3 . Схема уравнивается переменным сопротивлением R_4 . Калибровка моста производится по изменению сопротивления плеча R_1 при параллельном включении эталонного сопротивления R_5 . Источником питания служит батарея сухих элементов.

В измерительную диагональ включен фотокompенсационный микровольтметр постоянного тока Ф 116/1, используемый

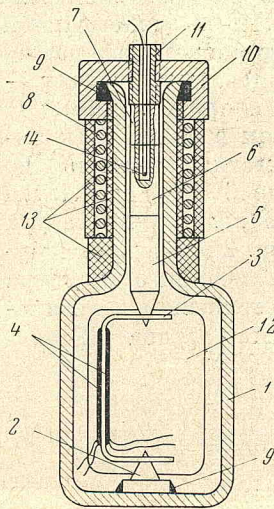


Рис. 1. Дилатометр с тензометрическим упругим элементом

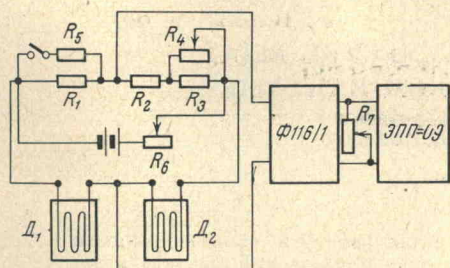


Рис. 2. Электрическая измерительная схема дилатометра

в качестве усилителя сигнала, поступающего с мостовой схемы. Усиленный сигнал подается на регистрирующий прибор ЭПП-09. Чувствительность схемы к деформации упругого элемента $2 \cdot 10^{-5}$ мм на 1 мм шкалы ЭПП-09.

Дилатометр помещался в рабочий канал (ϕ 18 мм) мультипликатора высокого давления. Давление измерялось манганиновым манометром сопротивления. Выводы от дилатометра (нагревательной спирали, датчиков, термопары) и манганинового манометра соединялись с внешними электрическими цепями через электроввод [2]. Сопротивление изоляции измерительной цепи были не ниже 10^7 ом. Средой, передающей давление, служил бензин Б-70. После того, как в камере создавалось необходимое давление, снимались дилатограммы при нагреве и охлаждении образца со скоростями $8 \div 30$ °C/мин. При этом на двух потенциометрах ЭПП-09 проводилась одновременная запись изменения сопротивления датчиков и температуры образца.

На рис. 3 показана дилатограмма La при давлении 14 кбар. Отчетливо виден линейный эффект, связанный с $\alpha - \beta$ -полиморфным превращением в La. Температура превращения понижается с увеличением давления. Величина измеренного линейного эффекта превращения составила $\sim 0,15\%$, что

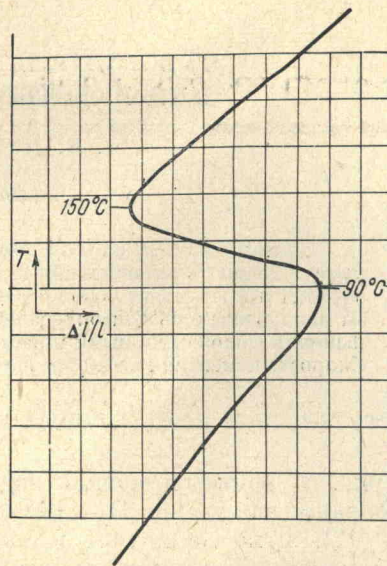


Рис. 3. Дилатограмма нагрева La при давлении 14 кбар

согласуется с данными, полученными дилатометрическим методом без давления [3]. Точность измерений $\sim 4\%$.

При помощи описанного дилатометра было также исследовано влияние давления на распад твердых растворов в системе Fe — C до 25 кбар и 500 °C [4].

Автор выражает благодарность Е. Г. Полятовскому и Э. И. Эстрину за интерес к работе и полезные советы.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Р. Кутсар, ПТЭ, 1966, № 4, 171.
2. С. М. Стишов, ПТЭ, 1966, № 4, 219.
3. F. H. Spedding, J. J. Hanak, A. H. Danane, J. Less Common Metals, 1961, 3, 110.
4. А. Р. Кутсар, Б. М. Могутинов, Л. Г. Орлов, Физ. металлов и металловед., 1968, 25, № 3, 501.