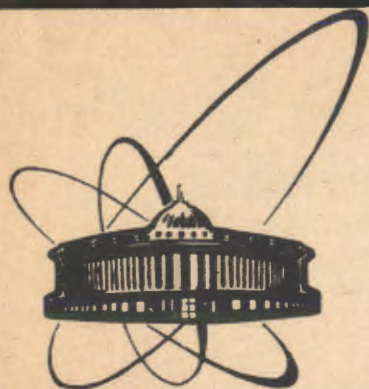


90-299

+



сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
Дубна

И 441

P10-90-299

З.Иллеш, Л.Мургаш, В.А.Щеголев, К.Хаванчак*

СБОР И ОБРАБОТКА ДАННЫХ
В ИССЛЕДОВАНИЯХ ПО РАДИАЦИОННОМУ
ВОЗДЕЙСТВИЮ НА ПЛАСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА
МЕТАЛЛОВ

*Университет им.Этвеша, Будапешт

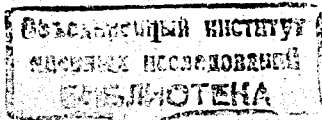
1990

I. Введение

В Лаборатории ядерных реакций ведутся исследования радиационной повреждаемости металлов. Исследования проводятся разными измерительными методами, среди которых испытания пластических свойств на машине INSTRON играют центральную роль. После облучения проводилось растягивание образцов и по полученным на самописце диаграммам "напряжение-деформация" определялось изменение свойств образцов в зависимости от условий облучения. Однако такой способ обработки экспериментальных данных не имеет необходимой иногда точности и является трудоемким. Поэтому была разработана новая измерительная система с использованием персонального компьютера. Описание данной системы является содержанием настоящей работы.

II. Диаграмма "напряжение-деформация" и физические параметры

При исследовании образец растягивается с постоянной скоростью осевой силой и измеряется растягивающее напряжение σ в зависимости от деформации ϵ (относительное удлинение). На рис. I показана типичная диаграмма "напряжение-деформация" поликристаллического металлического образца. На начальном линейном отрезке кривой OA деформация упругая (после разгрузки образец возвращается к его первоначальному размеру). На нелинейном отрезке кривой AB деформация частично пластическая. В этой области (точка M) при разгрузке зависимость $\sigma(\epsilon)$ пойдет по прямой MN, параллельной прямой OA. При этом участок $NM' = \epsilon_y$ соответствует упругой деформации, а участок $ON = \epsilon_n$ — пластической деформации образца после разгрузки. При повторной нагрузке до достижения напряжения σ_n деформация упругая, пластическая деформация продолжается только под действием напряжения $\sigma > \sigma_n$. Переход от упругой деформации к пластической характеризуется величиной, называемой пределом текучести. Но так как этот переход осуществляется неявным образом, то принято за предел текучести $\sigma_{0.2}$ брать величину напряжения, соответствующего пластической деформации $\epsilon = 0.2\%$. Измерение этой величины при



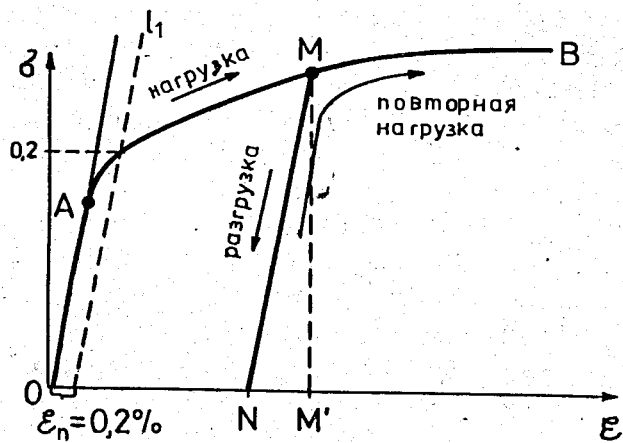


Рис. 1. Типичная диаграмма "напряжение-деформация" поликристаллического образца.

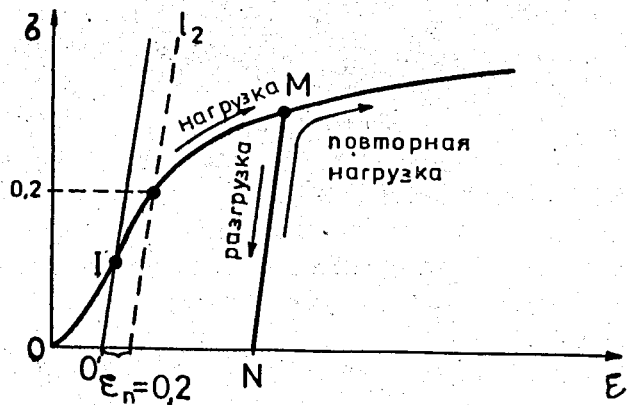


Рис. 2. Диаграмма "напряжение-деформация" образца из тонкой фольги.

различных условиях облучения являлось основной целью исследований.

Пластическая часть диаграммы "напряжение-деформация" $\sigma > \sigma_{0.2}$ представляется выражением

$$\sigma = \sigma_{0.2} + K \varepsilon_{\text{п}}^m, \quad (1)$$

где $\varepsilon_{\text{п}}$ - пластическая часть деформации, K - константа и m - коэффициент деформационного упрочнения.

В наших исследованиях мы использовали тонкие (25-50 мкм) отожженные металлические образцы. В этом случае диаграмма "напряжение-деформация" отличается от описанной на рис. 1 тем, что начальный участок является не прямой, а кривой линией с точкой перегиба I (рис. 2). В этом случае предел текучести $\sigma_{0.2}$ определяется следующим образом: проводим прямую через точку перегиба I параллельно отрезку MN, которая пересекает ось ε в точке O'. Пределом текучести считается напряжение, соответствующее пластической деформации $\varepsilon = 0.2\%$, измеряемой от точки O'.

III. Основные характеристики аппаратуры

Схема используемой системы показана на рис. 3. В основном она состоит из трех частей:

- испытательная машина, INSTRON 1121
- система сбора данных (ССД)
- персональный компьютер, типа Commodore-64, с периферийными устройствами.

На испытательной машине одновременно измеряются две величины: напряжение, создаваемое в образце, и его деформация. Образец растягивается с постоянной скоростью, и поэтому деформация прямо пропорциональна времени растягивания. Полученная функция деформации от напряжения является результатом измерения, подлежащим дальнейшей обработке.

Связь между испытательной машиной и ЭВМ обеспечивает ССД [1], которая через интерфейс подключается к компьютеру С-64. Таким путем обмен данных проводится через ССД с записью и воспроизведением определенных адресов памяти. Основные элементы ССД следующие. Она имеет 16-канальный аналоговый

вход. Выбор используемого канала проводится программой. К каждому избранному каналу относятся по 3 цифровых входа, по которым возможна передача любой цифровой информации, в частности для характеристики состояния периферийных устройств. Аналого-цифровой преобразователь (АЦП) работает в униполярном (0-+10в) и в биполярном (0-±5в) режимах. Усиление меняется от 1 до 500 с кратным изменением коэффициента усиления. АЦП является 8- или 12- битным, соответственно время конверсии составляет 50 или 250 микросекунд. Независимые выходные каналы состоят из двух цифроаналоговых преобразователей (ЦАП). ЦАП является 8- или 10-битным с выходным напряжением от 0 до +10 вольт. Два выходных канала работают в синхронном и в асинхронном режиме. Дальнейшие возможности обеспечивают 4 контактных реле, которые независимы от земли и друг от друга. Эти реле имеют чисто омические, низкошумящие контакты и переключают ток до 1 А. С их помощью можно подавать обратные сигналы на ЭВМ или обеспечить сильноточные переключения. Интерфейс ССД содержит микросхему, удовлетворяющую требованиям стандарта IEEE-488, с помощью которой ССД при дальнейшем расширении можно включить через соответствующую шину в систему ЭВМ и различных измерительных приборов.

Третья часть системы - персональный компьютер типа С-64. ЭВМ работает с 8-битным процессором типа 6510. Оперативная память (ОП) имеет 64 кбайт, при этом при использовании собственного Бейсика 38 кбайт свободны.

При времени конверсии 50 или 250 микросекунд, соответствующему 8- или 12- битному режиму АЦП, можно использовать только программы, написанные на машинном языке. Нами создана добавочная программа на машинном языке, при помощи которой доступны измерения программы, написанные на языке Бейсик. В этом случае независимо от того, какое число (8- или 12- битное) мы измеряем, минимальное время между последовательными измерениями составляет 1 миллисекунду.

Полезная услуга дополнительной программы - реализация прерывания на уровне Бейсика при заданном времени прерывания. Минимальный шаг при этом приблизительно 0.3 с. Это зависит от команды, выполняемой ЭВМ. Это удобная возможность в тех случаях, когда не требуется большая скорость сбора данных.

Замещение ЭВМ С-64 компьютером IBM AT или другой совместимой машиной дает возможность использовать при высоком уровне программного языка скоростные возможности ССД.

IV. Обработка данных

Разработанный программный пакет, написанный на языке Бейсик, с помощью дополнительной программы использует указанные возможности (прерывание времени, команда непосредственного измерения). В нашем случае прерывание времени осуществлялось через 0.5 с, и тогда в подпрограмме, которая обслуживает прерывание, происходит измерение и изображение данных. Такая скорость измерения для наших задач достаточна. Если в другом случае этого временного шага (1 мс) мало, тогда можно решать задачу или с помощью непосредственного измерения, или полностью на машинном языке (50, 250 микросекунд).

Кроме сбора данных и изображения экспериментальных данных разработанная программа обеспечивает:

- 1 - запись данных на диск,
- чтение данных с диска,
- 2 - обработку экспериментальных данных,
- определение $\sigma_{0.2}$,
- определение константы m в выражении (1).

Как описано выше, диаграммы "напряжение-деформация" делятся на два типа (рис.1, 2). В зависимости от типа диаграммы можно выбирать способ определения $\sigma_{0.2}$. Главная разница в определении $\sigma_{0.2}$ - в том, как считать наклон ($\text{tg}\alpha$, $\text{tg}\beta$) линии l_1 , l_2 . (Точка пересечения этих линий с диаграммой дает $\sigma_{0.2}$). В первом случае $\text{tg}\alpha$ определяется так, что из точки $\epsilon=0.2\%$ проводим линию, параллельную отрезку ОА (упругая часть) до пересечения с кривой $\sigma(\epsilon)$. Точка пересечения соответствует $\sigma_{0.2}$.

Во втором случае (рис.2) из точки ($\epsilon=0.2\% + 00'$) проводим линию, параллельную отрезку MN (линия разгрузки) до точки пересечения с кривой $\sigma(\epsilon)$, которая определяется как $\sigma_{0.2}$. При этом точка $0'$ находится следующим образом.

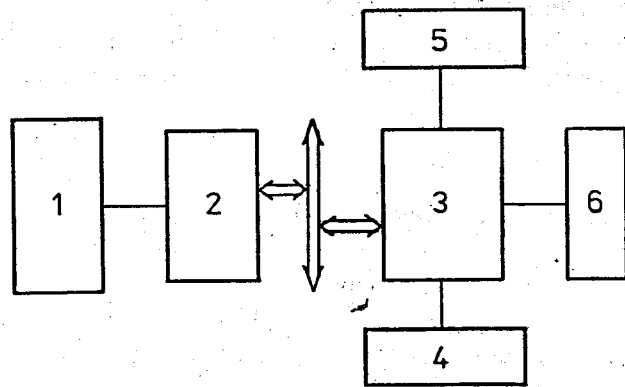


Рис.3. Схема системы сбора и обработка данных.
 1. Испытательная машина "INSTRON".
 2. Система сбора данных (ССД).
 3. Персональный компьютер типа С-64.
 4. Дисплей компьютера.
 5. Дисковод.
 6. Печатающее устройство.

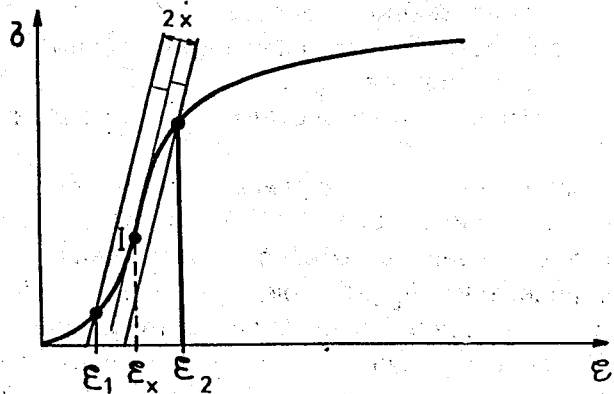


Рис.4. Нахождение точки перегиба на упругой части кривой "напряжение-деформация".

Сначала находим точку I, которая расположена примерно на участке перегиба упругой части кривой $\sigma(\epsilon)$ (рис.4). Методом наименьших квадратов находится линия, проходящая через точки измерения на упругой части кривой. Параллельно этой прямой проводятся на расстоянии Δx (известная ошибка измерений) линии до пересечения с кривой $\sigma(\epsilon)$ в точках ϵ_1 и ϵ_2 . Точка $\epsilon_1 = (\epsilon_1 + \epsilon_2)/2$ является абсциссой точки I.

Из точки I проводится линия, параллельная $m\epsilon$ (участку разгрузки), до пересечения с абсциссой, которое и является точкой σ' .

Константа m определяется по части кривой $\sigma(\epsilon)$, соответствующей пластической деформации. Эта часть [2] описывается и выражением (1). Если нулевую точку координатной системы положим в точку $(0, \sigma_{0,2})$, тогда

$$\ln \sigma = m \cdot \ln \epsilon_{\text{п}} + \ln k, \quad (2)$$

где $\epsilon_{\text{п}}$ - пластическая деформация. Из выражения (2) вычисляется значение m .

Во всех случаях подгонки использовался метод наименьших квадратов.

Программа работает с помощью техники меню. Система применяется в экспериментах со второй половины 1988 г.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] З. Иллеш, А. Шандор, А. Иллеш, К. Хаванчак, Д. Сенеш. Сбор данных и управление экспериментом с использованием микроЭВМ типа Commodore 64 для диагностики ионного пучка. Сообщение ОИЯИ P10-89-674, Дубна, 1989.
- [2] K.Navancsak, G.Szenes, V.A.Skuratov, Yun Dun Man, W.Malinowski and V.A.Shchegolev. *phis.stat.sol.*,106,371, 1988 .

Рукопись поступила в издательский отдел
 27 апреля 1990 года.