

где β_{kl}^{P1} , v_l^{P1} — интегральные характеристики дефектов:

$$\beta_{kl}^{P1} = \int_S \beta_{kl}^P dS, \quad v_l^{P1} = \int_S v_l^P dS.$$

Упругие дисторсии β_{mn} , вызываемые пластическими полями (3.8), (3.9), находятся по формуле (3.1), в которой α_{pl} и J_{ml} должны быть выражены через $\bar{\beta}_{kl}^P$ и \bar{v}_l^P с помощью соотношений (2.7), (2.18). Затем, подставляя полученные значения β_{mn} в закон Гука (3.2), находим искомые напряжения σ_{ij} .

Таким образом, уравнение баланса (3.5), законы движения (3.6) и формулы (3.4), (3.7)—(3.9), (3.1), (2.7), (2.18) для нахождения обобщенных сил составляют замкнутую систему уравнений, описывающую кинетику ансамбля дислокаций Соммиляны.

Поступила 11 XI 1982

ЛИТЕРАТУРА

1. Эшелби Дж. Континуальная теория дислокаций. М.: ИЛ, 1963.
2. Волков А. Е., Лихачев В. А., Шихобалов Л. С. Механика среды с дислокациями Соммиляны. — Изв. АН СССР. МТТ, 1979, № 6.
3. Kossecka E., De Wit R. Disclination kinematics. — Archives of Mechanics, 1977, vol. 29, № 5. :
4. Kossecka E., De Wit R. Disclination dynamics. — Archives of Mechanics, 1977, vol. 29, N 6.
5. Де Вит Р. Континуальная теория дисклинаций. М.: Мир, 1977.
6. Косевич А. М. Дислокации в теории упругости. Киев.: Наукова думка, 1978.
7. Ханнанов Ш. Х. Кинетика поведения непрерывно распределенных трещин. — Металлофизика, 1981, т. 3, № 2.
8. Ханнанов Ш. Х. О кинетике непрерывно распределенных дислокаций. — Физика металлов и металловедение, 1978, т. 46, № 4.

УДК 39,374

ОБ УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОМ ДЕФОРМИРОВАНИИ ТИТАНОВОГО СПЛАВА В УСЛОВИЯХ ПЛОСКОГО НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ

В. М. Жигалкин, А. Ф. Никитенко, О. М. Усова

{(Новосибирск)}.

В задачах механики горных пород при решении вопроса о напряженно-деформированном состоянии массива применяют упругопластические модели.

В данной работе приводятся результаты экспериментального исследования, целью которого явилась проверка пригодности модели пластического деформирования анизотропно-упрочняющейся среды [1, 2] для случаев простых и сложных нагружений при фиксированных главных направлениях тензора напряжений, а также определение упругопластических свойств одного из титановых сплавов при двусосном напряженном состоянии.

1. В качестве исходного материала взят лист титанового сплава ЗВ толщиной 35 мм. Заготовки для образцов вырезались в направлении наибольшего размера, в дальнейшем это направление совпадает с осевым направлением образца. Поперечное направление листа совпадает с окружным направлением образца.

Испытуемые образцы имели следующие размеры: внешний диаметр 30 мм, толщина стенки в рабочей части $1 \pm 0,01$ мм. После изготовления образцы подвергались естественному старению в течение 8 мес.

Опыты проводились на испытательной машине УМЭ-10ТМ, позволяющей нагружать образцы осевой силой. Внутреннее давление в образце создавалось дополнительным ручным насосом непрерывного действия. Деформации измерялись тензометрами с индикаторами часового типа: осевые — на базе 50 мм индикаторами с ценой деления 0,01 мм, окружные — микронным индикатором. Радиальная деформация определялась с помощью гипотезы об упругом изменении объема, радиальное напряжение принималось равным нулю.

На каждом этапе нагружения производилось одновременное изменение осевой силы и внутреннего давления в течение 5—7 с, измерения деформаций проводились после пятиминутной выдержки. Стабильность напряжения обеспечивалась непрерывным контролем режима работы испытательной машины.

Описываемые ниже опыты проводились при двусосном растяжении, причем всегда при $\sigma_z > \sigma_\varphi$. Траектории нагружения задавались на плоскости с переменными T , $\sigma'_2 (\sigma'_2 = T_{23} - T_{12})$ [2], где T , T_{12} , T_{23} — главные касательные напряжения, связанные с главными компонентами тензора напряжений σ_1 , σ_2 , σ_3 известными соотношениями $2T = \sigma_1 - \sigma_3$, $2T_{12} = \sigma_1 - \sigma_2$, $2T_{23} = \sigma_2 - \sigma_3$. Главные касательные напряжения связаны с параметром Лоде μ_σ , характеризующим вид напряженного состояния, равенством $\mu_\sigma = (T_{23} - T_{12})/T$. Для приращений касательных напряжений вводится параметр $\mu_{\Delta\sigma}$, характеризующий вид догружений [2] $\mu_{\Delta\sigma} = (\Delta T_{23} - \Delta T_{12})/\Delta T$.

Для описания пластического поведения материала вводится модель ортотропной среды [1, 2], основой которой является учет анизотропии сопротивления сдвигам, развивающейся вместе с пластическими деформациями на площадках экстремальных значений касательного напряжения. Как показывают опыты [3], анизотропия пластического состояния зависит как от достигнутого напряженного состояния, характеризуемого значениями максимального касательного напряжения T , напряжения σ'_2 , так и от направления догружения.

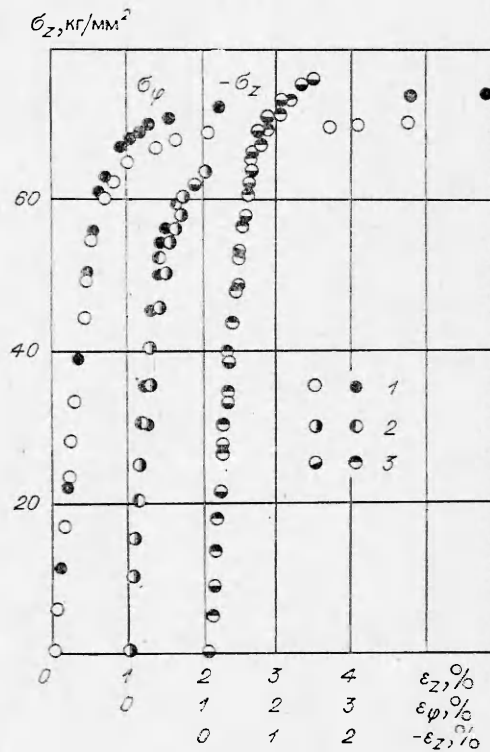
Другие иллюстрации анизотропии пластического состояния можно указать с помощью опытов, когда в одних главных направлениях тензора напряжений осуществляются активные догружения, а в других — разгрузка. Значения вида догружения при этом будут $|\mu_{\Delta\sigma}| \geq 1$. Простые догружения характеризуются ростом всех экстремальных касательных напряжений, значения вида догружения $|\mu_{\Delta\sigma}| \leq 1$.

Степень анизотропии материала выяснялась путем испытаний образцов на осевое и окружное растяжение. Результаты этих испытаний пред-

ставлены на фиг. 1 в системах координат $\varepsilon_z - \sigma_z$ и $\varepsilon_\varphi - \sigma_\varphi$, где ε_z , ε_φ — осевая и окружная деформации, σ_z , σ_φ — нормальное осевое и окружное напряжения. На фиг. 1 введены обозначения: 1 — осевое растяжение, 2 — окружное растяжение, 3 — осевое сжатие. Видно, что точки кривых окружного растяжения расположились достаточно близко с точками кривых осевого растяжения.

На фиг. 1 показан аналогичный график, полученный в процессе сжатия. Из анализа кривых осевого растяжения и сжатия следует, что они не тождественны только на участке упрочнения. Различие в условных пределах текучести, определенных, например, по допуску 0,2% на остаточную деформацию, составляет примерно 11%.

Из обработки кривых, представленных на фиг. 1, получено: модуль упругости $E = 1,14 \times 10^4$ кг/мм²; коэффициент Пуас-



Фиг. 1

сона $\nu = 0,38$; условный предел текучести при растяжении $\sigma_{0,2} = 61,8$ кг/мм², при сжатии $\sigma_{0,2} = 68,9$ кг/мм². Перейдем к анализу экспериментальных данных, полученных при плоском напряженном состоянии.

2. В описываемых ниже экспериментах траектории нагружения представляли собой однозвенные (пропорциональные нагружения) и двузвенные (сложные нагружения) ломаные.

На фиг. 2 в системе координат $T_i - \Gamma_i$ (T_i — интенсивность касательных напряжений, Γ_i — интенсивность сдвигов) представлены экспериментальные результаты, полученные в условиях пропорционального нагружения при следующих значениях параметра Лодэ: $\mu_\sigma = \pm 1; \pm 0,75; \pm 0,5; \pm 0,25; 0$. Из фиг. 2 видно, что вместо единой классической кривой $T_i = T_i(\Gamma_i)$ имеется пучок кривых. Наибольшее отклонение оказывается между интенсивностями касательных напряжений при чистом сдвиге ($\mu_\sigma = 0$) и осевом растяжении ($\mu_\sigma = -1$) и достигает 9%. С увеличением пластических деформаций пучок кривых сужается, отклонение между соответствующими интенсивностями касательных напряжений не превышает 6% (на аналогичные отношения указывалось в [4, 6, 7]). При сложном нагружении проведены две серии испытаний. В первой серии образцы выводились в пластическое состояние осевым растяжением ($\mu_\sigma = -1$) до одного и того же значения осевого напряжения $\sigma_z = 34$ кг/мм², затем следовали участки — прямые, при нагружениях вдоль которых изменялось значение параметра Лодэ μ_σ с сохранением постоянного значения параметра $\mu_{\Delta\sigma}$. Параметр $\mu_{\Delta\sigma}$ принимал значения $-1 \leq \mu_{\Delta\sigma} \leq \infty$.

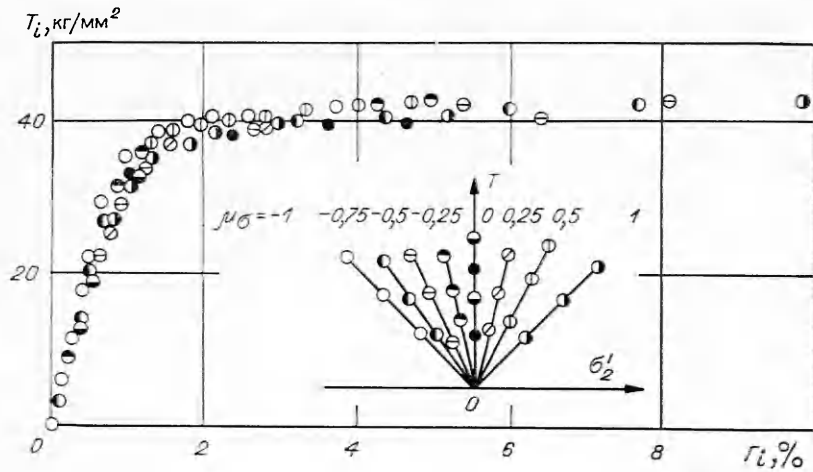
Во второй серии испытаний образцы выводились в пластическое состояние двусосным растяжением при $\mu_\sigma = 0$ до того же значения осевого напряжения, что и в первой серии. Вторые участки траектории нагружения — прямые, при нагружениях вдоль которых сохранялось постоянное значение $\mu_{\Delta\sigma}$, которое было равно 0,5; 1; 3.

Рассмотрим данные опытов в первом случае. Здесь следует разделить опыты при простых догружениях, когда на каждом шаге догружения приращения касательных напряжений положительны, т. е. $\Delta T > 0$, $\Delta T_{12} > 0$, $\Delta T_{23} > 0$, $|\mu_{\Delta\sigma}| \leq 1$, и не приводят к разгрузке ни на одной из систем площадок скольжения, и при догружениях с разгрузкой на вторых системах площадок скольжения, т. е. $\Delta T \geq 0$, $\Delta T_{12} < 0$, $\Delta T_{23} > 0$, при этом $2 \leq \mu_{\Delta\sigma} \leq \infty$. Эти экспериментальные результаты по-прежнему представлены в системе координат $T_i - \Gamma_i$ на фиг. 3 (простые догружения на вторых участках траекторий нагружения) и фиг. 4 (догружения с разгрузкой на вторых системах площадок скольжения T_{12}). Стрелками показано начало сложного догружения. Для сравнения на фиг. 3, 4 нанесены точки кривых осевого растяжения ($\mu_\sigma = -1$) и чистого сдвига ($\mu_\sigma = 0$).

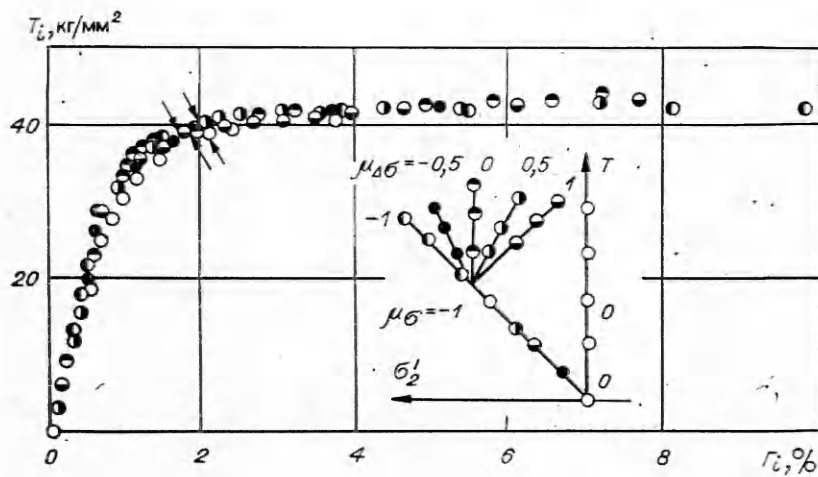
При простых догружениях точки кривых $T_i = T_i(\Gamma_i)$, как видно из фиг. 3, расположились в окрестности точек кривой осевого растяжения. Точки кривой чистого сдвига находятся ниже.

На фиг. 4 построены точки кривых $T_i = T_i(\Gamma_i)$ для траекторий нагружения с разгрузками на площадках скольжения T_{12} . Эти зависимости также обнаруживают качественное противоречие с классическим выводом деформационной теории о том, что характер пути нагружения не влияет на зависимость $T_i = T_i(\Gamma_i)$.

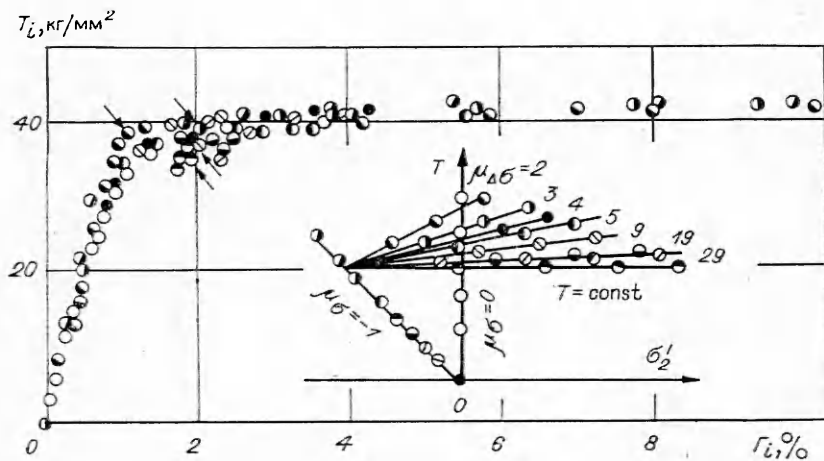
Более подробное расположение точек связи $T_i = T_i(\Gamma_i)$ на вторых участках траекторий нагружения в зависимости от параметра догружения $\mu_{\Delta\sigma}$ представлено на фиг. 5. Имеет место закономерное отклонение точек кривых $T_i = T_i(\Gamma_i)$ при сложном нагружении от точек кривой осевого растяжения. Несмотря на рост интенсивности касательного напряжения при догружениях $\mu_{\Delta\sigma} = 2; 3$ и рост интенсивности сдвига Γ_i , точки кривых расположились ниже кривой осевого растяжения. При догружениях $\mu_{\Delta\sigma} \geq 4$ в окрестности точки излома траектории нагружения на кривых $T_i = T_i(\Gamma_i)$ наблюдается «лунка», на этих участках с



Фиг. 2



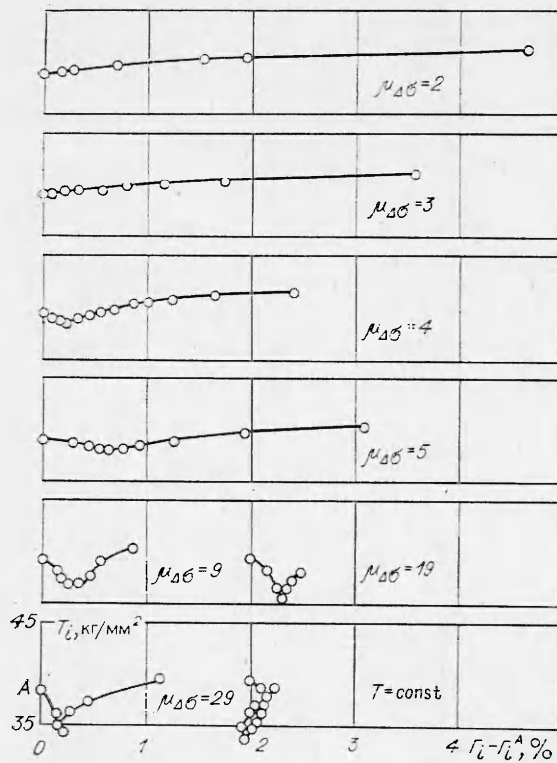
Фиг. 3



Фиг. 4

уменьшением напряжения T_i интенсивности сдвига Γ_i растут. При дальнейших догружениях интенсивности касательных напряжений T_i снова начинают расти, точки кривых начинают «приближаться» и располагаться в окрестности точек кривой чистого сдвига.

По данным опытов, приведенных на фиг. 2—4, можно отметить:



Ф и г. 5

нагружениями, расположение и вид кривых $T_i = T_i(\Gamma_i)$ зависят от направления догружения.

В рамках рассматриваемого феноменологического подхода пластическая деформация представляется как последовательность сдвигов по площадкам действия главных касательных напряжений T , T_{12} , T_{23} , называемых площадками скольжений T , T_{12} , T_{23} . Произвольное догружение $\Delta\sigma_1$, $\Delta\sigma_2$, $\Delta\sigma_3$ удобно представить в виде [2]

$$(2.1) \quad \begin{vmatrix} \Delta\sigma_1 & 0 & 0 \\ 0 & \Delta\sigma_2 & 0 \\ 0 & 0 & \Delta\sigma_3 \end{vmatrix} = \Delta\sigma_n \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} + \Delta T \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{vmatrix} + \Delta\sigma'_2 \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{vmatrix},$$

где $2\Delta\sigma_n = \Delta\sigma_1 + \Delta\sigma_3$; $\Delta\sigma'_2 = \Delta T_{23} - \Delta T_{12} = \mu_{\Delta\sigma} \Delta T$.

Особый смысл приобретают второй и третий тензоры в правой части разбienia (2.1), связанные с действием главных касательных напряжений. Первый тензор описывает изменение объема и не влияет на пластические деформации.

Пусть действие третьего тензора таково, что приращение напряжения $\Delta\sigma'_2$ вызывает упругое приращение деформации

$$\Delta\varepsilon'_2 = \Delta\varepsilon_2 - \frac{1}{2}(\Delta\varepsilon_1 + \Delta\varepsilon_3) = \frac{1}{2}(\Delta\Gamma_{23} - \Delta\Gamma_{12}),$$

где $\Delta\varepsilon_1$, $\Delta\varepsilon_2$, $\Delta\varepsilon_3$ — приращения главных деформаций ε_1 , ε_2 , ε_3 ($\varepsilon_1 \geq \varepsilon_2 \geq \varepsilon_3$); $\Delta\Gamma = \Delta\varepsilon_1 - \Delta\varepsilon_3$, $\Delta\Gamma_{12} = \Delta\varepsilon_1 - \Delta\varepsilon_2$, $\Delta\Gamma_{23} = \Delta\varepsilon_2 - \Delta\varepsilon_3$ — приращения главных сдвигов на площадках скольжения.

В этом случае приращения пластических деформаций вызваны действием максимального касательного напряжения T . Тогда прямоугольный параллелепипед, вырезанный из тела площадками главного сдвига, будет реально ослаблен только по своим боковым поверхностям. А вдоль оси, параллельной боковым поверхностям, элемент деформируется упруго. Это состояние неполной пластичности.

1) при пропорциональных нагружениях расположение кривых интенсивности касательных напряжений от интенсивности сдвигов зависит от вида напряженного состояния: кривые, отвечающие большим абсолютным значениям параметра Лоде μ_σ , располагаются выше;

2) при активных догружениях из одного и того же напряженного и деформированного состояний в условиях сложного нагружения кривые $T_i = T_i(\Gamma_i)$ практически совпадают и зависят от параметра Лоде μ_σ в момент, предшествующий сложному нагружению;

3) при догружениях, сопровождающихся частичной разгрузкой в одном из главных направлений пластического течения, а в других главных направлениях пластического течения продолжающимися активными

При дальнейших нагружениях дополнительно к скольжениям на площадках главного сдвига могут появиться и развиваться скольжения на других площадках скольжения. Элемент деформируется в состоянии полной пластичности. В этом случае материал раздроблен на блоки двумя системами площадок скольжения. Среди этих блоков можно выделить преимущественное число имеющих форму, близкую к неправильным октаэдрам, с направлением граней, близким к направлениям площадок скольжения [1].

Пользуясь этой схемой деформирования элемента материала, приведенной в [1, 2], можно распознать, по каким площадкам осуществляются сдвиги, представленные на фиг. 6, 7 в координатах касательное напряжение T_{ij} — сдвиг Γ_{ij} ($i < j$; $i, j = 1, 2, 3$) на площадках скольжения. Там же представлена зависимость напряжения $\sigma'_2 = T_{23} - T_{12}$ от деформации $\epsilon'_2 = \frac{1}{2}(\Gamma_{23} - \Gamma_{12})$. На первых участках траекторий нагружения осевым растяжением образцы выведены в состояние полной пластичности с площадками скольжения T , T_{12} , на площадках T_{23} напряжения равно нулю. На вторых участках траекторий нагружения при догружениях $\mu_{\Delta\sigma} = 5$ (фиг. 6), $\mu_{\Delta\sigma} = 19$ (фиг. 7), разгрузка осуществляется в одном из двух главных направлений пластического течения T_{12} , при этом наступает частичное упрочнение в направлении разгрузки и переход к состоянию, аналогичному неполной пластичности [1].

Характер изменения зависимостей T_{ij} (Γ_{ij}) на участке сложного нагружения следующий. В точке A кривой $T = T(\Gamma)$ имеет место резкое увеличение касательного модуля по сравнению с касательным модулем кривой в момент, предшествующий излому траектории нагружения и началу сложного нагружения. При последующих догружениях характер изменения модуля сохраняется.

При догружениях $\mu_{\Delta\sigma} = 5$ (см. фиг. 6) на площадках T_{12} осуществляется разгрузка, но с уменьшением касательного напряжения T_{12} сдвиг Γ_{12} продолжает расти. На площадках T_{23} с ростом напряжения T_{23} сдвиги Γ_{23} растут с касательным модулем, меньшим упругого.

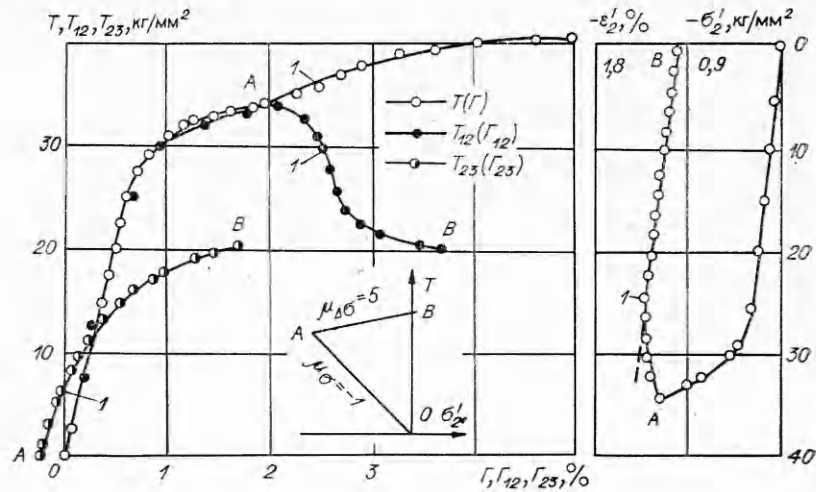
При догружениях $\mu_{\Delta\sigma} = 19$ (см. фиг. 7) в начале сложного нагружения с уменьшением напряжения T_{12} сдвиги сначала росли. При последующих догружениях, начиная с точки I , зависимость $T_{12} = T_{12}(\Gamma_{12})$ становится линейной с касательным модулем, большим упругого. Линейной является и зависимость $T_{23} = T_{23}(\Gamma_{23})$ с модулем, равным упругому, и при $T_{23} \geq 20$ кг/мм² модуль становится меньше упругого.

Действие напряжения σ'_2 на вторых участках траекторий нагружения таково, что оно вызывает только упругие деформации ϵ'_2 . Как видно из фиг. 6, 7, начиная от точки I , зависимость $\sigma'_2 = \sigma'_2(\epsilon'_2)$ становится линейной. Точки зависимости расположились на прямой, у которой наклон совпадает с упругим, на фигурах он показан штриховой линией. Линейный характер зависимостей сохраняется вплоть до разрушения.

Аналогичное восстановление упругой связи во втором главном направлении наблюдалось у всех образцов при догружениях $\mu_{\Delta\sigma} \geq 3$.

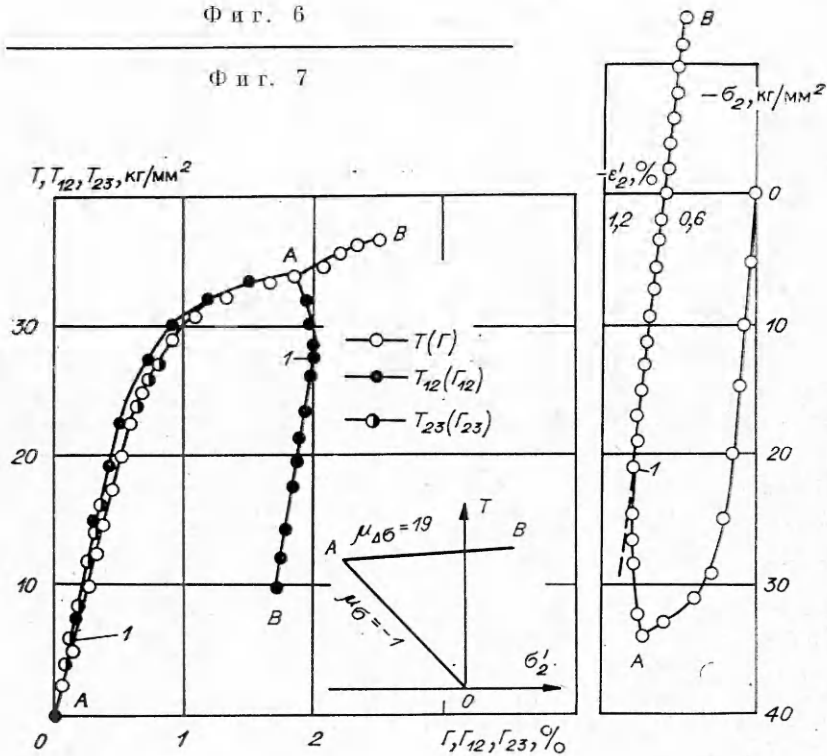
Таким образом, при догружениях $\mu_{\Delta\sigma} \geq 1$ из состояния полной пластичности с разгрузкой в одном из главных направлений пластического течения T_{12} пластические сдвиги происходят по площадкам скольжения T , на площадках T_{12} осуществлена разгрузка с упрочнением. Это упрочнение делает зависимость максимального касательного напряжения от сдвига также отличной от «единой кривой» $T = T(\Gamma)$, не зависящей от вида напряженного состояния.

На фиг. 8 представлены точки кривых $T = T(\Gamma)$ при догружениях $\mu_{\Delta\sigma} \geq 1$ из состояния полной пластичности. Характер изменения зависимостей $T = T(\Gamma)$ аналогичен характеру зависимостей $T = T(\Gamma)$ на фиг. 6, 7. Для сравнения здесь же нанесены точки кривых осевого растяжения и чистого сдвига. Стрелками указано начало сложного нагружения. Максимальное отклонение точек кривых по ординате составляет



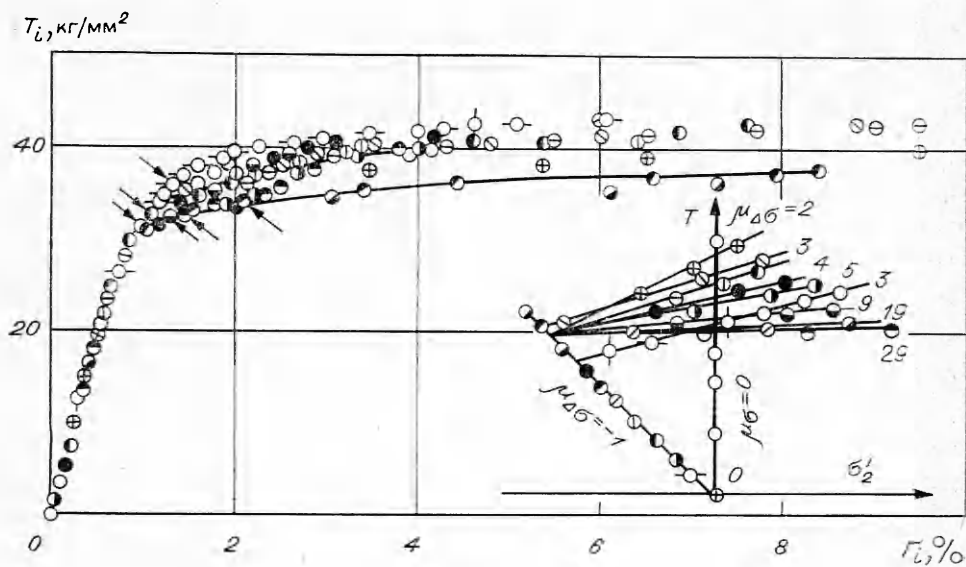
Фиг. 6

Фиг. 7

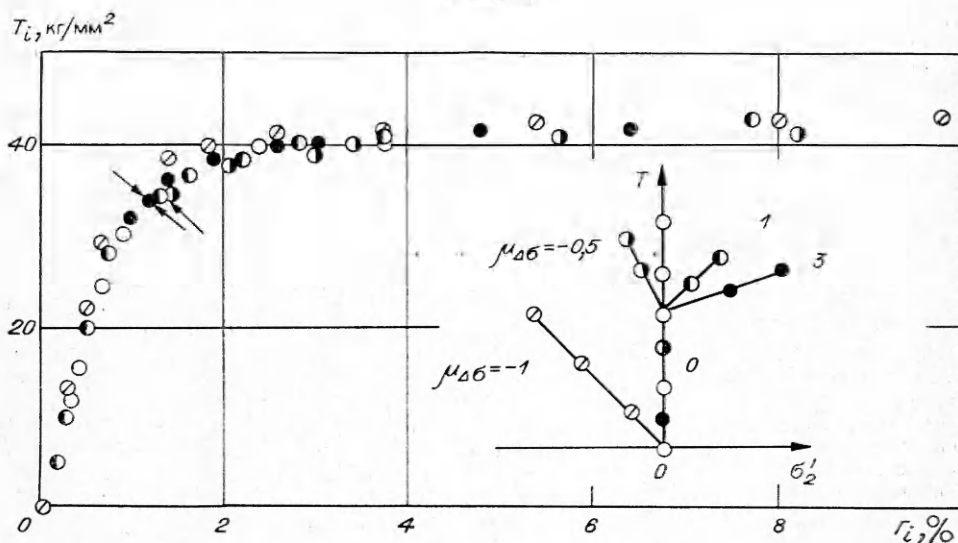


25%. Вследствие резкого увеличения касательного модуля кривой $T = T(\gamma)$ в момент начала сложного нагружения эти зависимости расположились выше кривой $T = T(\gamma)$ для осевого растяжения. Последняя точка на каждой кривой соответствует моменту разрушения образца. Из фиг. 8 видно, что у образцов, испытанных по программе сложного нагружения с $\mu_{\Delta\sigma} \geq 3$, предел прочности возрос в среднем до 43 кг/мм^2 , в то время как при осевом растяжении он составляет 36 кг/мм^2 .

Рассмотрим данные опытов второй серии испытаний. Образцы выводились в пластическое состояние чистым сдвигом (состояние неполной пластичности), пластические сдвиги происходили по площадкам действия максимального касательного напряжения T . При сложных нагружениях осуществлялись как активные догружения (параметр догружения принимал значения $\mu_{\Delta\sigma} = -0,5; 1; 0$), так и разгрузка на площадках T_{12} ($\mu_{\Delta\sigma} = 3$).



Ф и г. 8



Ф и г. 9

На фиг. 9 приведены зависимости интенсивности касательных напряжений T_i от интенсивности сдвига Γ_i для данных опытов. Для сравнения здесь же нанесены точки кривых осевого растяжения и чистого сдвига. Точки кривых расположились в окрестности точек кривой чистого сдвига. Данные опытов указывают на появление и развитие пластических сдвигов на площадках скольжения T_{12} ($\mu_{\Delta\sigma} = -0,5$) или T_{23} ($\mu_{\Delta\sigma} = 1; 3$) в дополнение к пластическим сдвигам на главных площадках скольжения T . В направлении разгрузки T_{12} не происходит частичного упрочнения, если на этих площадках не было пластических сдвигов. В направлении разгрузки продолжаются относительные смещения прочных элементов, являющиеся следствием активного догружения в направлениях T и T_{23} .

Рассмотренные опыты позволяют сделать вывод о пригодности схемы пластического деформирования, предложенной в [1, 2] для случаев простого и сложного нагружений, когда в одних главных направлениях имеет место пластическое деформирование, а в других — разгрузка.

Пластические деформации в основном обусловлены сдвигами в плоскостях, близких к плоскостям действия главных касательных напряжений.

В материале есть направления и виды догружения из достигнутого напряженного состояния, при которых происходит упругое деформирование в этих направлениях, наряду с пластическим деформированием в других. При деформировании сплава ЗВ из состояния полной пластичности с догружениями $\mu_{\Delta\sigma} \geq 3$ восстанавливается упругая связь во втором главном (окружном) направлении. Восстановление упругой связи приводит к повышению прочности материала на 20%.

Поступила 5 XI 1982

ЛИТЕРАТУРА

1. Христианович С. А. Деформация упрочняющегося пластического материала.— Изв. АН СССР. МТТ, 1974, № 2.
2. Шемякин Е. И. Анизотропия пластического состояния.— ЧММСС, 1973, № 4.
3. Жигалкин В. М. О характере упрочнения пластического материала. Сообщение II.— Проблемы прочности, 1980, № 2.
4. Шишмарев О. А. Экспериментальное исследование подобия девиаторов напряжений и деформаций в образцах стали.— Изв. высш. учеб. заведений. Машиностроение, 1971, № 1.
5. Линдзи Г. Л. Об упрочнении упругопластического тела.— ПМТФ, 1976, № 3.
6. Шишмарев О. А. Влияние вида девиатора напряжений на пластическое деформирование сталей.— Инж. журн. МТТ, 1966, № 5.
7. Шишмарев О. А. Вычисление пластических деформаций по теориям течения с учетом влияния вида девиатора напряжений.— Вестн. АН БССР. Серия физ.-мат. наук, 1979, № 4.

УДК 536.33 + 539.319

МИКРОСТРУКТУРА ИМПУЛЬСНО-НАГРЕВАЕМЫХ СПЛАВОВ ТИТАНА

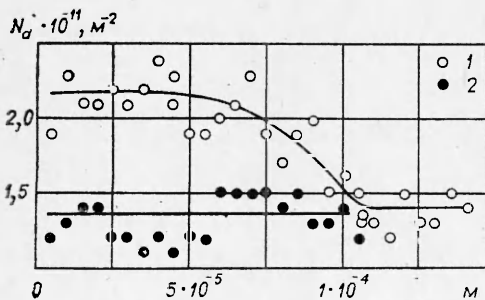
А. Э. Верте, Б. А. Гошмер

(Новосибирск)

В многочисленных опытах при воздействии мощным потоком энергии (лазерным излучением, электронным пучком большой плотности) на металлы обнаружено увеличение плотности дислокаций в окрестностях области воздействия. Подобные исследования не проводились с металлами при импульсном терморadiационном нагреве.

В данной работе приведены результаты исследований микроструктуры титановых сплавов ОТ4-0 и ОТ4-1, нагреваемых тепловой радиацией. Выявлено увеличение плотности дислокаций в облучаемом приповерхностном слое при импульсном нагреве и появление линий скольжения в зернах затененного приповерхностного слоя.

Опыты проводились на образцах, изготовленных из тонколистового проката толщиной (1 ... 1,5 · 10⁻³ м), подвергнутого нагреву до 1070 К лучистым тепловым потоком плотности 2,5 · 10⁵ Вт/м² в установке с источником излучения на галогенных лампах с временем установления теплового потока до максимальной величины, равном 0,5 с. Образец представлял полосу шириной 3 · 10⁻² м, вырезанную из облученного листа, торец которой обрабатывался под шлиф, подготовляемый механической полировкой на абразивах, алмазных пастах и электрохимической полировкой. Шлиф должен быть высокого качества без завала боковых ребер, где сосредоточена основная информация о микроструктуре, и для воспроизводимости результатов исследования дислокационной структуры должны отсутствовать следы растравливания при × 600 увеличении. Указанные требования удовлетворяются при полировке в электролите следующего состава: H₂SO₄ 60%, HF 30% не ниже 50% концентрации, глицерин



Ф и г. 1