

А. Д. Реснянский, Л. А. Мерзиевский

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПАРАМЕТРОВ ЗАВИСИМОСТИ ДЛЯ ВРЕМЕНИ РЕЛАКСАЦИИ КАСАТЕЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ

Для замыкания модели вязкоупругого тела максвелловского типа необходима зависимость времени релаксации касательных напряжений от параметров, характеризующих состояние среды [1]. Предложенные в [1, 2] методики достаточно сложны, так как требуют решения большого количества задач для систем жестких дифференциальных уравнений. Здесь предлагается более простой способ определения параметров в зависимостях, построенных в [1, 2] на основе физических представлений о механизмах пластической релаксации.

Будем, как и ранее [1], исходить из сравнения решений задачи о растяжении тонкого стержня при постоянной скорости деформации с экспериментально полученной зависимостью динамического предела текучести от скорости деформации $\sigma_*(\dot{\epsilon})$. Используя упругий потенциал в форме [3] и формулы Мурнагана, перейдем от формулировки задачи о растяжении стержня «в деформациях» к формулировке «в напряжениях». Уравнение эволюции компонент тензора деформации перейдет при этом в уравнение изменения компонент тензора напряжения:

$$\frac{d\sigma_1}{dt} = A \left[\dot{\epsilon} - \frac{\sigma_1}{3\rho b^2 \tau} \left(1 + \frac{B}{2\rho b^2} \sigma_1 \right) \right], \quad (1)$$

где

$$A = \frac{\partial \sigma_1}{\partial \alpha} - \frac{\partial \sigma_1}{\partial \beta} \frac{\partial \sigma_2}{\partial \alpha} \Big| \frac{\partial \sigma_2}{\partial \beta}, \quad B = \frac{\gamma_0 b^2}{c^2 - b^2} \sim 1;$$

σ_1, σ_2 — главные напряжения; ρ, c, b — плотность, продольная и поперечная скорости звука; τ — время релаксации; γ_0 — коэффициент Грюнаизена. Оценки показывают, что решения уравнения (1) в области пластического деформирования близки к решениям более простого уравнения

$$\frac{d\sigma_1}{dt} = A \left[\dot{\epsilon} - \frac{\sigma_1}{3\rho b^2 \tau} \right]. \quad (2)$$

Воспользуемся этим для определения параметров в зависимости для τ . Считаем материал идеальным упругопластическим, тогда предел текучести σ_T достигается в момент, когда $d\sigma_1/dt = 0$. В этом случае из (2) следует

$$\dot{\epsilon} = \frac{\sigma_T}{3\rho b^2 \tau},$$

откуда

$$\tau = \frac{\sigma_T}{3\rho b^2} \dot{\epsilon}^{-1}. \quad (3)$$

Соотношение (3) определяет время релаксации касательных напряжений в области пластических деформаций. Завершает построение (3) подстановка найденной в экспериментах зависимости $\dot{\epsilon}(\sigma_*)$. Приравнявая (3) соответствующим выражениям из [1, 2], при достаточном числе значений σ_T получаем алгебраические системы уравнений для отыскания параметров в общих зависимостях для времени релаксации касательных напряжений.

Материал	[1]		Расчет по (3)		[2]		Расчет по (3)	
	$\lg(\tau_0)$	D	$\lg(\tau_0)$	D	$\lg(\tau_1 \sigma_1^n)$	n	$\lg(\tau_2 \sigma_1^n)$	n
Железо	1,5	5,3	2,1	5,1	-6,7	16,6	-6,55	16,5
Алюминий	2,49	1,37	2,2	1,35	-29	29,0	-28,0	33,0
Медь	0,8	2,0	0,6	1,9	-18	19,6	-15,0	19,6

Для проверки применимости предложенного метода расчета сравним значения вычисленных таким способом параметров в зависимостях

$$\tau = \frac{\tau_0}{N_0 + M \cdot \varepsilon} \exp\left(\frac{D}{\sigma}\right), \quad (4)$$

$$\tau = \tau_1 \left(\frac{\sigma_1}{\sigma}\right)^n \quad (5)$$

с наименьшими ранее [1, 2]. Расчетные значения постоянных $\lg(\tau_0, \text{с/см}^2)$, D , ГПа, $\lg(\tau_1 \cdot \sigma_1^n, \text{с} \cdot \text{ГПа}^n)$ и n для трех материалов при температуре 300 К вместе с результатами [1, 2] приведены в таблице.

Сравнение показывает, что предложенный способ вполне пригоден для первоначальной оценки параметров в зависимостях для времени релаксации касательных напряжений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мерзиевский Л. А., Шамонин С. А. Построение зависимости времени релаксации касательных напряжений от параметров состояния среды // ПМТФ.— 1980.— № 5.— С. 170—179.
2. Мерзиевский Л. А., Шамонин С. А. О выборе зависимости для времени релаксации касательных напряжений // Нестационарные проблемы механики: Динамика сплошной среды.— Новосибирск, 1986.— Вып. 74.— С. 55—67.
3. Доровский В. Н., Некольдецкий А. М., Роменский Е. И. Динамика импульсного нагрева металла током и электрический взрыв проводников // ПМТФ.— 1983.— № 4.— С. 10—25.

г. Новосибирск

Поступила в редакцию 13/III 1992