ЛИТЕРАТУРА

1. Шульман З.П., Ковалев Я.Н., Зальцгендлер Э.А. Реофизика конгломератных материалов. – Минск: Наука и техника, 1978. – 238 с. 2. Бахвалов Н.С., Панасенко. Г.П. Осреднение процессов в периодических сферах: Мат. задачи механики композиционных материалов. – М.: Наука, 1984. – 352 с.

УДК 539.3

Г. С. Соколовский

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛЗУЧЕСТИ В РЕОЛОГИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЯХ СОСТОЯНИЯ

Белорусская государственная политехническая академия
Минск, Беларусь

Пусть уравнение состояния имеет вид:

$$\varepsilon(t) = \varepsilon_1(t) + \varepsilon_2(t) + \varepsilon_3(t),$$

где $\varepsilon_1(t) = \dfrac{\sigma}{\eta_2} t,\ \varepsilon_2(t) = \dfrac{\sigma}{E_1}\left(1 - e^{-\frac{E_1}{\eta_1} t}\right),\ \varepsilon_3(t) = \dfrac{\sigma}{E_2}.$ (1)

Рассмотрим методику определения входящих в это уравнение характеристик материала: E_1, E_2, η_1, η_2. Для этого необходимо обладать экспериментальной кривой ползучести, полученной для конкретного материала при постоянном напряжении σ (рис.1).

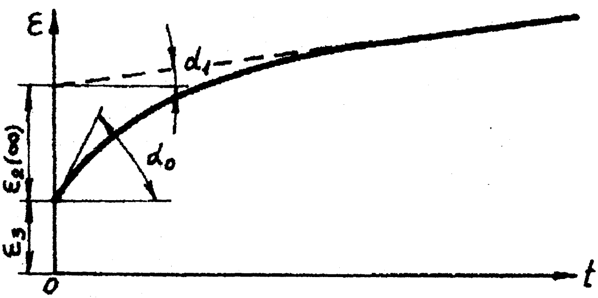

Рис. 1. Методика определения постоянных в уравнении состояния по кривой ползучести.

Упругая характеристика E_2 может быть найдена по мгновенной упругой деформации тела. Действительно, т.к.

$$\varepsilon(0) = \frac{\sigma}{E_2} = \varepsilon_3 \Rightarrow E_2 = \frac{\sigma}{\varepsilon_3},$$

где ε_3 – мгновенная упругая деформация.

Следовательно, E_2 – это модуль упругости, нахождение которого не составляет труда.

Как следует из [1], $\dot{\varepsilon}_2(t) = \dfrac{\sigma}{\eta_1} - \dfrac{\varepsilon_2(t)E_1}{\eta_1}$.

Т.к. $\varepsilon_2(0) = 0$, то $\dot{\varepsilon}_2(0) = \dfrac{\sigma}{\eta_1} > 0$.

Отсюда следует, что функция $\varepsilon_2(t)$ монотонно возрастает, а функция $\dot{\varepsilon}_2(t)$ монотонно убывает, причем:

$$\lim_{t\to\infty} \dot{\varepsilon}_2(t) = 0.$$

Следовательно, $0 = \sigma - \varepsilon_2(\infty)E_1$, или $E_1 = \dfrac{\sigma}{\varepsilon_2(\infty)}$.

Максимальную величину вязко-упругой деформации $\varepsilon_2(\infty)$ можно получить, если провести касательную к участку установившейся ползучести до пересечения ее с осью ординат.

Определим вязкие характеристики материала. Из уравнения состояния следует, что:

$$\dot{\varepsilon}(\infty) = \dot{\varepsilon}_1 = \frac{\sigma}{\eta_2}.$$

А на рис.1 видно, что $\dot{\varepsilon}(\infty) = tg\alpha_1$.

Следовательно, $\eta_2 = \dfrac{\sigma}{tg\alpha_1}$.

Далее из того же исходного уравнения видно, что:

$$\dot{\varepsilon}(0) = \dot{\varepsilon}_1(0) + \dot{\varepsilon}_2(0) = \frac{\sigma}{\eta_2} + \frac{\sigma}{\eta_1}.$$

Как видно из рис. 1,

$$\dot{\varepsilon}(0) = tg\alpha_0, \ \frac{\sigma}{\eta_2} = tg\alpha_1,$$

где α_1 и α_0 – углы наклона касательной к горизонтальной прямой в начале и конце стадии неустановившейся ползучести.

Тогда:

$$\eta_1 = \frac{\sigma}{tg\alpha_0 - tg\alpha_1}.$$

На рис.2 сплошными линиями показаны расчетные кривые, построенные с использованием вышеприведенной методики, а штриховыми линиями – экспериментально полученные кривые.

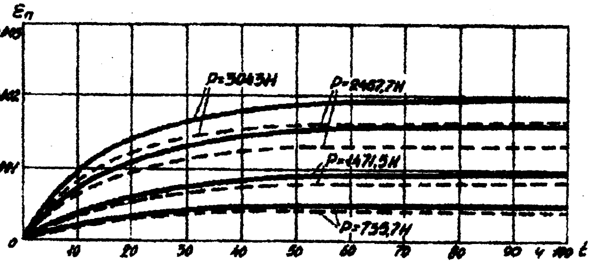

Рис. 2. Кривые ползучести биметалла МЗ-АД1 при Т=300°С.

Сравнительный анализ полученных результатов одноосных испытаний на ползучесть позволяет говорить о правильности выбора определяющего уравнения состояния при ползучести.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сорокин О.В., Самарин Ю.Г. Ползучесть деталей машин и сооружений. – Куйбышев: Куйбышевское издательство, 1988. – 143 с.