

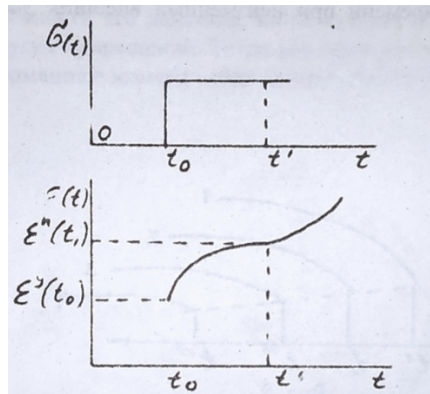
Лабораторная работа "Ползучесть материалов"

Кирилл Шевцов, Лобанов Роман, Насонов Илья Б03-402

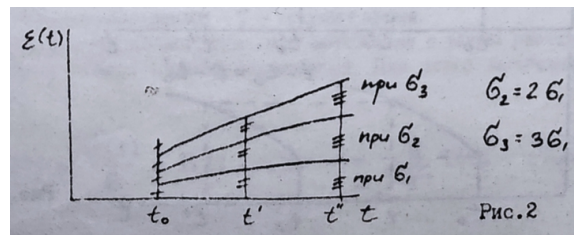
8 декабря 2025 г.

1 Теоретические сведения

Свойство материала деформироваться во времени при действии постоянного напряжения называется ползучестью. Явление ползучести присуще таким материалам, как бетон, полимеры, груды, льды и металлы. Результаты ползучести при одноосном растяжении (или сжатии) получают в виде особой кривой - кривой ползучести. Если увеличение деформации ползучести прямо пропор-



ционально увеличению напряжения, то ползучесть считается линейной.



Полная деформация образца в момент времени t' определяется суммой упругой деформации и деформации ползучести согласно соотношению.

$$\varepsilon(t') = \frac{\sigma}{E} + G(\sigma, t_0, t') \quad (1)$$

Последнее слагаемое называется функцией ползучести, для каждого материала может быть своей, для некоторых материалов зависит от гистерезиса. При линейной деформации деформация ползучести может быть найдена как произведение двух функций : одна из них зависит только от времени, вторая - только от напряжений.

$$\varepsilon(t') = \frac{\sigma}{E} + G(t_0, t') \sigma \quad (2)$$

У нестареющих материалов функция удлинения от времени включает функцию разностного типа.

$$\varepsilon(t) = \frac{\sigma}{E} + G(t - t_0) \sigma \quad (3)$$

Для получения зависимостей между переменными напряжениями и деформациями важное значение имеет принцип суперпозиции Больцмана. Согласно ему суммарная деформация ползучести при переменном напряжении может быть найдена как сумма деформаций ползучести, вызванных соответствующими приращениями напряжений. Если нагрузка является ступенчатой, то можно записать

$$\varepsilon(t_4) = \frac{\sigma(t_4)}{E} + G(t_4 - t_0)\Delta\sigma_1 + \dots + G(t_4 - t_3)\Delta\sigma_4 \quad (4)$$

Если напряжение протекает по непрерывной кривой, то формула превращается в интегральное уравнение, вообще говоря, наследственного типа.

$$\varepsilon(t) = \frac{\sigma}{E} + \int_0^t G(t - \tau)d\sigma(\tau) \quad (5)$$

Определение деформаций по этой формуле учитывает всю историю изменения напряжений. Для напряжений в простейшем случае функцию ползучести можно представить в виде.

$$G(t - \tau) = A - A \exp(-\alpha(t - \tau)) \quad (6)$$

Где A - вещественное число.

Если в некоторый момент времени образец начать разгружать, то накопленная за долгое время деформация ползучести начнет уменьшаться. Этот процесс называется релаксацией деформации. Релаксационные свойства при линейной ползучести описываются выражением.

$$\sigma(t) = \varepsilon(t)E - \int_0^t R(t - \tau)\varepsilon(\tau)d\tau \quad (7)$$

Здесь вводится функция $R(t - \tau)$, которая называется ядром релаксации.

2 Обработка данных

1. Данные материала, к которому прикладывается напряжение.

Толщина, мм	Ширина, мм	Высота, мм
3.00	15.00	80.00

2. Снимаем зависимость длины материала от времени, во время которого происходит нагрузка.

Длина, мкм	Время, с	Длина, мкм	Время, с	Длина, мкм	Время, с
По 5 с		По 10 - 20 с		По 30 с	
48	5	127	10	185	0
65	10	132	20	191	30
75	15	137	30	195	60
83	20	140	40	199	90
90	25	144	50	203	120
96	30	148	60	205	150
103	35	155	80	209	180
107	40	159	120	213	210
110	45	165	140	215	240
114	50	169	160	218	270
118	55	173	180	222	300
122	60	175	200	224	330

3. График относительного удлинения от времени.

3 Вывод