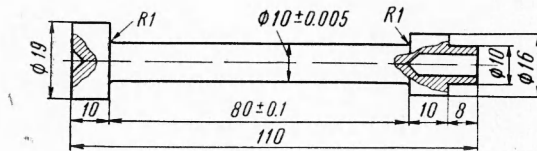


ПОЛЗУЧЕСТЬ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА Д16Т ПРИ СЖАТИИ

Н. Г. Торшенов

(Новосибирск)

1. Экспериментальные данные о ползучести металлов при сжатии очень немногочисленны, и до последнего времени остается невыясненным вопрос о том, является ли поведение материала при сжатии тем же, что и при растяжении. В одном из наиболее обстоятельных исследований ползучести при сжатии алюминиевого сплава 2024-T4 [1] кривые ползучести при сжатии были изучены довольно хорошо, однако авторы, уделив особое внимание третьему участку кривой ползучести, не привели для исследованного ими материала кривых ползучести при растяжении. В работе [2] приведены результаты сравнения кривых ползучести при сжатии и растяжении для различных материалов. Несмотря на некоторые расхождения, которые, по-видимому, нужно отнести за счет несовершенства методики эксперимента, автор считает, что ползучесть при сжатии и растяжении протекает одинаковым образом. Однако такого количественного заключения извлечь из этой работы нельзя, так как автор проводил испытания на ползучесть при сжатии для получения сравнительных характеристик жаропрочности материала и не ставил задачи определения параметров ползучести.



Фиг. 1

Многочисленные теоретические исследования устойчивости стержневых элементов конструкций в условиях ползучести основываются почти исключительно на предположении о том, что кривые ползучести при сжатии и при растяжении идентичны. В то же время специального эксперимента для проверки этого предположения, по-видимому, никто не предпринимал.

В предлагаемой работе экспериментально показано, что для алюминиевого сплава Д16Т в некоторых интервалах температур, напряжений и времени проведения экспериментов поведение материала в условиях ползучести при сжатии и растяжении практически одинаково.

2. Опыты проводились на алюминиевом сплаве Д16Т в состоянии поставки. Из прутков диаметром 30 мм изготавливались образцы (фиг. 1). Максимальное радиальное биение рабочей части образца относительно его геометрической оси не превышало ± 0.008 мм. Твердость материала образцов изменялась в пределах от 121 до 129 по Бринеллю. Для осуществления сжимающей нагрузки был сконструирован реверсор к машинам ДС.Т-5 и Rel-Vi Народного предприятия ВЕВ. Система измерения деформации была сохранена. При помощи свободно опертых кварцевых стержней удлинение образца передавалось на фотосамописец. Запись производилась в масштабе 0.52 мм/мм.

При опытах на сжатие требуется более тщательная центровка образцов, чем при опытах на растяжение; поэтому перед каждым испытанием производилась проверка эксцентриситета приложения нагрузки по отношению к среднему сечению образца. Для этого на образец наклеивались три проволочных датчика сопротивления, расположенных через 120° по окружности рабочей части образца. До начала испытания к образцу прикладывалась нагрузка меньше рабочей, и фиксировались показания датчиков n_1 , n_2 , n_3 , соответствующие относительным деформациям периферийных волокон образца.

Положение нейтральной оси изгиба находилось как линия пересечения двух плоскостей: плоскости, проходящей через начальные показания датчиков при исходной фиксированной системе координат, и плоскости, проходящей через точки, соответствующие показаниям датчиков в той же системе координат при нагрузке. Эксцентриситет в приложении силы находился по формуле

$$\delta = \sqrt{\delta_x^2 + \delta_y^2} \quad (2.1)$$

$$\left(\delta_x = \frac{2(n_2 - n_3)i^2}{d\sqrt{3}(n_3 + n_2 - n_1)}, \quad \delta_y = \frac{2(2n_1 - n_2 - n_3)i^2}{d(n_3 + n_2 - n_1)} \right)$$

Здесь d — диаметр образца, i — радиус инерции поперечного сечения образца. В основной серии экспериментов на ползучесть величина безразмерного эксцентриситета $e = \delta/i$ не превышала 0.09.

В некоторых экспериментах на образец наклеивались жаропрочные тензодатчики. Отмечалось, что начальный эксцентриситет e указанной величины в течение опыта не изменяется, таким образом эффект продольного изгиба несуществен.

В экспериментах на ползучесть при растяжении использовались образцы с резьбовыми головками, причем размеры рабочей части сохранялись такими, как и при

проведении экспериментов на сжатие. Эксперименты проводились на упомянутых выше машинах.

3. Основная серия экспериментов проводилась на сжатие и растяжение при постоянной температуре $200 \pm 1^\circ\text{C}$ при постоянных напряжениях 8, 12, 16 кг/мм^2 и длительности экспериментов от 40 до 50 ч. При одних и тех же начальных условиях, т. е. напряжении и температуре, эксперименты проводились не менее 10 раз, по результатам которых строилась среднеарифметическая кривая, которая принималась за истинную кривую ползучести. Полоса разброса экспериментальных кривых по деформации не превышала $\pm 7\%$ от средней. На фиг. 2 кривые ползучести 1, 2, 3 соответствуют значениям $\sigma = 16, 12, 8 \text{ кг/мм}^2$. При этом кружкам соответствует кривая ползучести при сжатии, крестикам — кривая ползучести при растяжении и сплошной линией проведения кривая ползучести, построенная по уравнению

$$p^2 dp = k \exp \left| \frac{\sigma}{A} \right| dt \quad (3.1)$$

Здесь p — относительная деформация ползучести, σ — напряжение. Рассмотрение результатов, представленных на фиг. 2, показывает, что кривые ползучести при сжатии и растяжении совпадают с точностью до упомянутой полосы разброса.

Константы уравнения (3.1) получены из экспериментов и равны

$$\alpha = 1,63, \quad k = 3,1 \cdot 10^{-13} \text{ час}^{-1}, \\ A = 2,72 \text{ кг/мм}^2$$

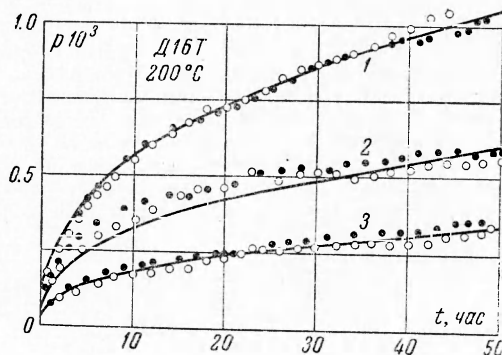
4. В ходе экспериментов было выяснено, что величина эксцентриситета e в приложении нагрузки порядка 5 ÷ 10% существенно не влияет на уровень деформации ползучести при растяжении, что полностью соответствует выводам А. Меллгрена [3]. Значительно большее влияние оказывают колебания температуры.

Для выяснения значения начального эксцентриситета при сжатии была проведена дополнительная серия опытов на образцах с большим эксцентриситетом. Оказалось, что начальный эксцентриситет существенно влияет на уровень деформации, что видно из фиг. 3. На фиг. 3 заномерованным кривым соответствуют значения параметров: 1 — $\sigma = 16 \text{ кг/мм}^2$, $e = 0,085$; 2 — $\sigma = 16 \text{ кг/мм}^2$, $e = 0,077$; 3 — $\sigma = 16 \text{ кг/мм}^2$, $e = 0,028$; 4 — $\sigma = 12 \text{ кг/мм}^2$, $e = 0,14$; 5 — $\sigma = 12 \text{ кг/мм}^2$, $e = 0,011$.

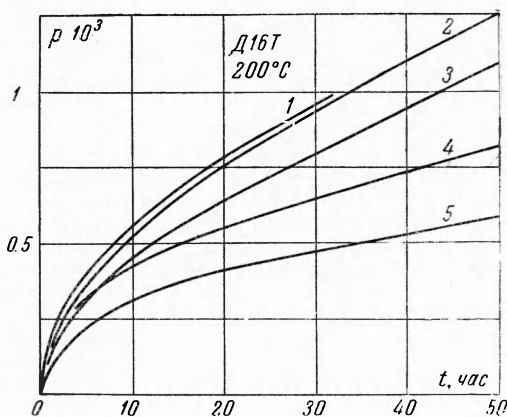
Поступила 15 VII 1961

ЛИТЕРАТУРА

1. Carlson R., Bodine E. An experimental study of compressive creep. Behaviour of elevated temperatures. Proc. ASTM, 1957, vol. 57.
2. Sully A. Creep testing in compression for simple creep assesment. Prod. Engin. 1953. 24, N 4.
3. Mellgren A. Measuring Accuracy in creep test. Institutionen för hållfasthetslära. Kungl. Tekniska. Högskolan, nr. 125, Stockholm, 1958.



Фиг. 2



Фиг. 3