

ползучести стали 30ХМА [3], трехпунктными — расчетные значения ($a = 166,67$, $g(\sigma) = 2,408 \cdot 10^{-3} \exp(\sigma/29,4)$). Из фиг. 1,3 видно, что совпадение расчетных и экспериментальных значений хорошее.

На фиг. 4 сплошными линиями представлены кривые ползучести хромоникельмолибденовой стали при температуре 450°C , имеющие явно выраженный второй участок [2]. Трехпунктными линиями нанесены расчетные кривые ($\alpha = 3$, $a = 2400$, $g(\sigma) = 8,14 \cdot 10^{-16} \sigma^{3,334}$). Из фиг. 4 видно, что и в этом случае уравнение (1) с функцией упрочнения (6) позволило удовлетворительно описать кривые ползучести хромоникельмолибденовой стали.

Проведенные выше исследования показывают, что уравнение (1) имеет достаточно широкую область применения. Совпадение расчетных результатов с опытом будет зависеть от точности аппроксимации найденного указанным выше методом графика функции упрочнения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Работнов Ю. Н. Ползучесть элементов конструкций. М.: Наука, 1966.
2. Качанов Л. М. Теория ползучести. М.: Физматгиз, 1960.
3. Даниловская В. И., Иванова Г. М., Работнов Ю. Н. Ползучесть и релаксация хромомолибденовой стали. — Изв. АН СССР. ОТИ, 1955, № 5.
4. Соснин О. В., Торшенин Н. Г. Сжатие и выпучивание стержней при монотонно возрастающей нагрузке в условиях ползучести. — ПМТФ, 1967, № 5.
5. Русов Б. П. Расширение области применимости простейшей формы теории упрочнения. — В кн.: Всесоюз. симпоз. «Ползучесть в конструкциях». Тез. докл. Днепропетровск: ДГУ, 1982.
6. Дегтярев В. И. Пластичность и ползучесть машиностроительных конструкций. М.: Машиностроение, 1967.
7. Наместников В. С., Хвостунков А. А. Ползучесть дуралюмина при постоянных и переменных нагрузках. — ПМТФ, 1960, № 4.
8. Никитенко А. Ф. Об уравнении ползучести материалов с упрочнением. — ПМТФ, 1969, № 3.

Поступила 24/VI 1983 г.

УДК 539.376

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЙ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

В. И. ГОРЕЛОВ

(Куйбышев)

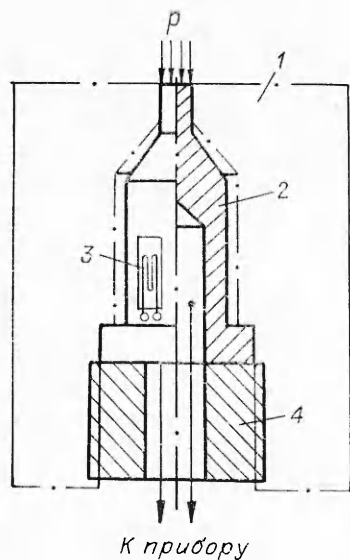
Известно, что под воздействием высоких давлений металлы приобретают новые механические характеристики, которые могут сохраняться и после снятия давления [1—3]. Однако вопрос о влиянии длительного воздействия высоких давлений на последующее поведение материала под нагрузкой в обычных условиях практически не обсуждался.

В работе описываются эксперименты, в которых испытуемый материал в течение длительного времени при высоких температурах подвергался воздействию высоких давлений. После охлаждения и снятия давления из материала изготавливались образцы для исследования механических характеристик, которые затем сравнивались с характеристиками обычного материала. Создание и поддержание высокого давления осуществлялось с помощью теплового метода, использующего различие эффектов термического расширения металлов. С этой целью в закрытый по торцам цилиндр помещалось рабочее тело с коэффициентом объемного расширения, большим, чем у цилиндра. Цилиндр представляет собой контейнер, состоящий из двух скрепленных втулок. Втулки изготавливались из закаленной стали 5ХН1М. В качестве рабочих тел использовались алюминиевые сплавы АМг5М и АМг6, которые одновременно являлись и исследуемыми материалами.

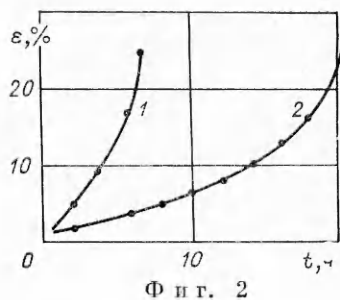
Для контейнера были выбраны следующие размеры: наружный диаметр 135 мм, внутренний диаметр 40 мм, диаметр посадочной поверхности 65 мм, высота контейнера 146 мм.

Давление создавалось при $T = 723 \text{ K}$. В этих условиях давление для абсолютно жесткого контейнера, как показали расчеты, достигает 3000 МН/м^2 . Так как контейнер обладает податливостью, то теоретически возможное начальное давление составляло 500 МН/м^2 .

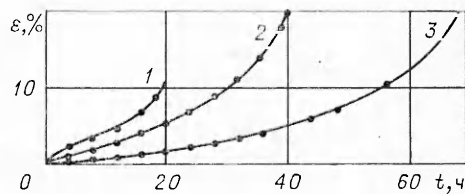
Условия эксперимента были таковы, что контейнер подвергался деформациям ползучести. Чтобы уменьшить влияние ползучести контейнера на падение внутреннего давления, втулки перед сборкой проходили специальную обработку [4]. Эта обработка заключалась в следующем: наружную втулку деформировали внутренним давлением, а внутреннюю — наружным. Деформирование проводилось в условиях ползучести в течение 50 ч при $T = 723 \text{ K}$. После этого втулки обрабатывались под размер, который обеспечивал расчетный натяг в контейнере. В изготовленный контейнер помещалось рабочее тело из сплавов АМг6 и АМг5. Размеры рабочего тела исключали зазоры по внутренней поверхности контейнера. Последний закрывался по торцам крышками, по-



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

мещался под пресс, с помощью которого производилось сжатие рабочего тела. Крышки контейнера под прессом стягивались шпильками. Величина усилия выбиралась такой, чтобы после снятия нагрузки обеспечить давление в контейнере 500 МН/м^2 . Собранный систему помещали в нагревательную камеру, температура которой поднималась до 723 К и затем поддерживалась на этом уровне в течение 50 ч .

Давление в цилиндре измерялось с помощью мессдозы (фиг. 1). Мессдоза представляет собой полный трехступенчатый стержень 2, который с помощью гайки 4 крепится в крышку контейнера 1. На мессдозу клеем Ц165-32А наклеивается высокотемпературный тензодатчик 3. Таким образом, давление на мессдозу преобразовывалось в электрический сигнал, который регистрировался соответствующей аппаратурой.

Сплав АМг5М подвергался давлению 500 и 1000 МН/м^2 , а сплав АМг6 — 500 МН/м^2 . Несмотря на принятые меры, давление за указанное время падало на 10% . После 50 ч выдержки при температуре контейнер охлаждался, из него извлекалась алюминиевая заготовка, которая разрезалась на темплеты параллельно оси цилиндра. Из темплетов изготавливались образцы для экспериментов на ползучесть, растяжение и для определения плотности материалов.

Образцы на ползучесть изготавливались стандартными с базой 55 мм и диаметром 7 мм . Образцы на разрыв имели базу 40 мм и диаметр 7 мм . Образцы для взвешивания изготавливались в виде сплошных цилиндров диаметром 40 мм и высотой 20 мм . Точно такие же образцы из заготовок, не подвергавшихся обжатию, но выдерживавшихся при том же температурном режиме, изготавливались для эталонных испытаний.

Эксперименты на длительную прочность с записью кривой ползучести проводились на рычажной машине ЦСТ-3/Э с усилием 3 т при $T = 433$ и 443 К для сплавов АМг5М и АМг6 соответственно. Результаты испытания на ползучесть представлены на фиг. 2, 3, где все кривые деформации ϵ являются средними арифметическими трех экспериментов. На фиг. 2 сопоставлены кривые ползучести сплава АМг6 при $T = 443 \text{ К}$ и $\sigma = 120 \text{ МН/м}^2$; кривая 1 относится к материалу, подвергнутому предварительной выдержке при $T = 723 \text{ К}$, 2 — к материалу, обжатому при $p = 500 \text{ МН/м}^2$ и $T = 723 \text{ К}$. На фиг. 3 сопоставлены кривые ползучести АМг5М при $T = 433 \text{ К}$ и $\sigma = 140 \text{ МН/м}^2$; кривая 1 относится к материалу, подвергнутому предварительной выдержке при $T = 723 \text{ К}$, кривые 2 и 3 — к материалу, обжатому при $p = 500$ и 1000 МН/м^2 и $T = 723 \text{ К}$ соответственно. Определение механических свойств у сплава АМг5М производилось на машине типа «Amsler» с усилием 3 т при $T = 293 \text{ К}$. Плотность образцов определялась по их взвешиванию на аналитических весах. Взвешивание производилось в воздухе и в дистиллированной воде. Испытания показали, что плотность у сплава АМг6 повысилась с $2644,1$ до $2648,7 \text{ кг/м}^3$; пределы прочности и текучести у сплава АМг5М повысились с 318 до 333 и со 153 до 167 МН/м^2 соответственно, длительная прочность увеличилась \sim в $3,5$ раза.

Таким образом, алюминиевые сплавы, подвергнутые воздействию высоких давлений, улучшают механические характеристики, а именно: существенно увеличивается долговечность, снижается деформация на неустановившемся участке ползучести, уменьшается скорость установившейся ползучести.

ЛИТЕРАТУРА

1. Верещагин Л. Ф. Твердое тело при высоких давлениях. М.: Наука, 1981.
2. Бриджмен П. Новейшие работы в области высоких давлений. М.: ИЛ, 1948.
3. Реология/Под ред. Ф. Эйриха. М.: ИЛ, 1962.
4. Горелов В. И. и др. Способ изготовления многослойных сосудов. — БИ, 1979, № 22.

Поступила 6/VI 1983 г.