

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОПОЛЗУЧЕСТИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПОНИЖЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ

Гараников В.В.

Тверской государственный технический университет, г.Тверь

Ключевые слова: микроползучесть, пониженная температура, диаграмма, образец, деформация.

Аннотация. В работе представлены результаты испытаний на микроползучесть при температуре -50°C . Испытания проводились на сплошных цилиндрических образцах с резьбовой головкой на сплавах Амгб, 01570, А1-19, и трубчатых образцах для металлокомпозита А1-В. Испытания проводились на кинематической машине FPZ-100/1 в устройстве для глубокого охлаждения.

Методика испытаний на микроползучесть. Испытания проводились на кинематической машине FPZ-100/1 [1] в устройстве для глубокого охлаждения (рис. 1). Использовались образцы двух типов: цилиндрические сплошные для сплавов Амгб, 01570, А1-19 и трубчатые для металлокомпозита А1-В. Рабочие температуры устройства, при использовании в качестве теплоотводящей жидкости этилового спирта, составляют $+20\dots-80^{\circ}\text{C}$. Время охлаждения до -60°C – 1 час. Колебания температуры в процессе в процессе регулирования $\pm 1^{\circ}\text{C}$. Понижение температуры при испытаниях в данном устройстве осуществляется испарением жидкого азота. Охлаждение передается к образцу от испарителя через теплоотводящую жидкость, в которую погружены образец и испаритель. Регулирование температуры производится автоматически путем подачи или прекращения подачи жидкого азота.

Устройство глубокого охлаждения состоит из:

- охладительной ванны, которая устанавливается на подвижной траверсе испытательной машины FPZ-100/1;
- сосуда Дьюара с электромагнитным клапаном и перепускным шлангом, которые служат для хранения жидкого азота и регулирования его подачи в охладительную ванну (рис.2);
- регулирующего прибора с ПИД-регулятором.



Рис. 1. Охладительная ванна



Рис. 2. Сосуд Дьюара

Устройство работает следующим образом. Образец с резьбовыми головками закрепляется в охлаждающей ванне. В этой ванне находится испаритель азота и платиновое термосопротивление для измерения температуры. Ванна заполняется спиртом. Сосуд Дьюара соединен с охлаждающей ванной перепускным шлангом. Находящийся в сосуде электронагреватель создает напор, необходимый для подачи азота в испаритель. Электромагнитный клапан открывает или прекращает подачу жидкого азота.

Запланированная в эксперименте температура устанавливается потенциометром задания регулирующего прибора. Азот подается в испаритель непрерывно, пока не будет достигнута заданная температура. После чего начинается автоматическое регулирование температуры путем открывания-закрывания электромагнитного клапана. Датчиком температуры служит находящееся в ванне платиновое термосопротивление. Для равномерного охлаждения образца теплоотводящая жидкость приводится в движение постоянно работающей мешалкой.

Для измерения деформации использованы тензорезисторы типа 5П1-20-400-А-12, которые наклеивались в среднем сечении образца. Тензорезисторы и выводы от влагосодержащей среды покрывались клеем БФ-2 с последующей термообработкой при температуре $+150^{\circ}\text{C}$ в течение 10 часов. Деформации с определенным интервалом времени регистрировались на цифропечатающем устройстве.

Результаты испытания на микроползучесть. Испытания на ползучесть были проведены при тех же уровнях напряжений, что и в условиях комнатной температуры. На рис. 3 представлены результаты испытания на микроползучесть данных материалов. На графиках сплошной линией показаны кривые микроползучести при пониженной температуре, штриховой – при комнатной, штрихпунктирной – при повышенной.

Деформации микроползучести при пониженной температуре несколько меньше деформаций в условиях комнатной и повышенной температуры при одинаковых уровнях напряжений. Для сплавов Амгб и 01570 ползучесть обнаружена только при уровне напряжения $\sigma=0.6\sigma_{02}$, а для сплава Al-19 – $\sigma=0.7\sigma_{02}$. Изменился также характер кривых микроползучести. На первой стадии ползучести скорость ее деформации значительно выше, чем в условиях других температур. Соответственно, время прекращения микроползучести на исследуемых уровнях напряжений уменьшилось и, как правило, при испытаниях не превышало одного часа. Пониженная температура повлияла также на результаты испытания металлокомпозиата Al-B. Так, для уровня нагрузки 30 кН (265 Мпа) максимальная деформация микроползучести уменьшилась в два раза, а время прекращения микроползучести – в десять раз по сравнению с результатами испытаний в условиях комнатной температуры [1,2].

Обобщающие зависимости максимальной деформации микроползучести от температуры представлены на рис. 4. Условными символами показаны экспериментальные результаты максимальной деформации микроползучести под влиянием температуры для сплавов Амгб, 01579, Al-19, Al-B.

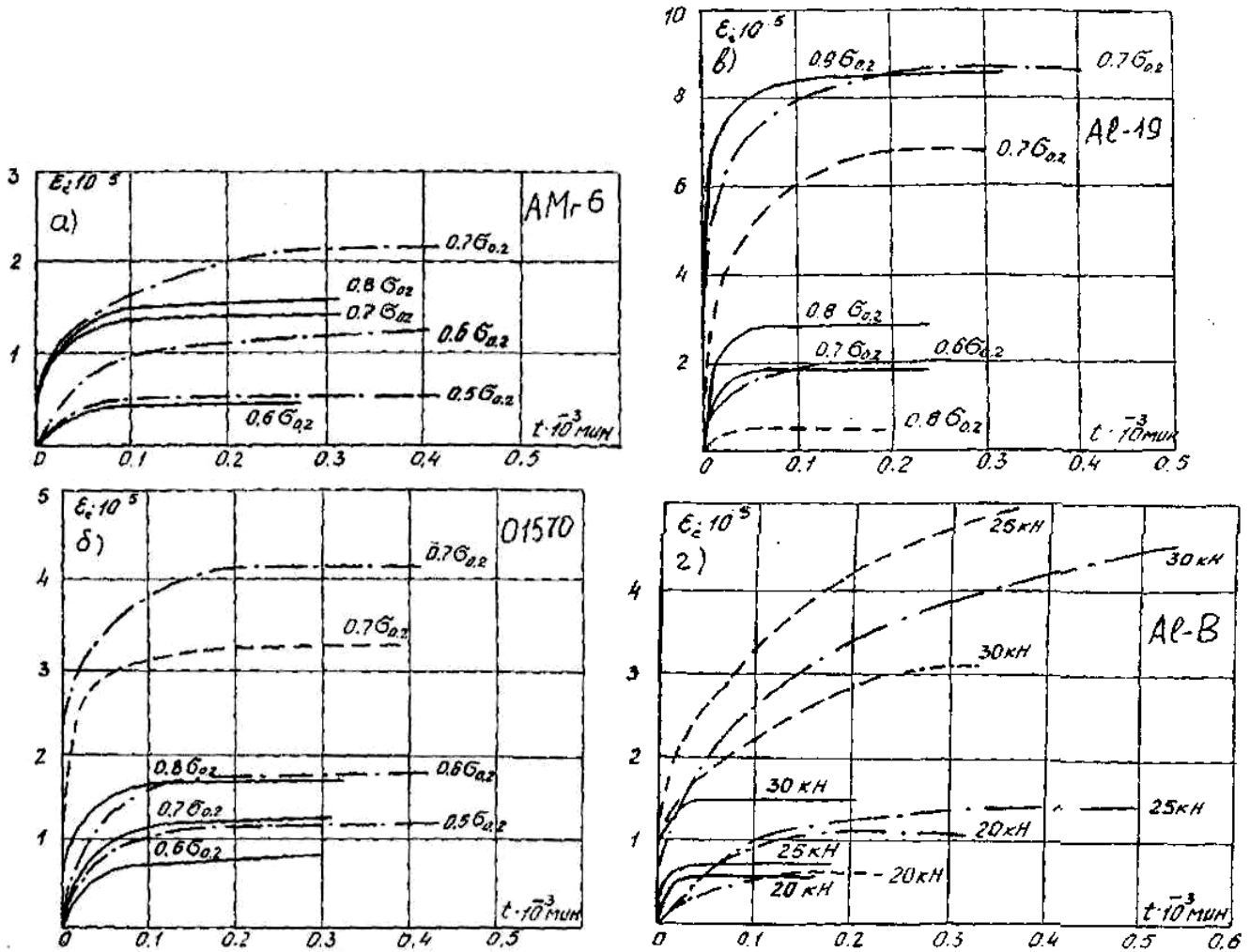


Рис. 3. Кривые микротекущести для сплавов 120АМг6, 01570, АІ-19, АІ-В

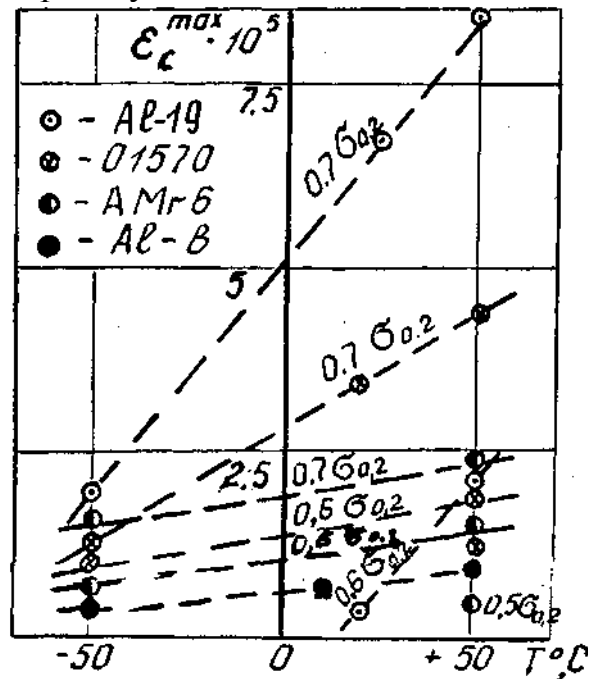


Рис. 4. Зависимость максимальной деформации микроползучести от температуры

Температура оказывает наиболее сильное влияние на микроползучесть сплава АІ-19. Так, например, для $\sigma=0.7\sigma_{0.2}$ деформации ползучести при изменении температуры в диапазоне от -50°C до $+50^{\circ}\text{C}$ увеличилась в четыре раза. Менее

чувствительны к изменению температуры сплавы Амгб и 01570. При уровне напряжения $\sigma=0.6\sigma_{02}$ величины деформаций микроползучести для этих сплавов отличаются незначительно. Для минимального уровня нагрузки ($P=20$ кН), при котором обнаруживается микроползучесть металлокомпозита А1-В, величины максимальных деформаций при температурах $-50^{\circ}\text{C}\dots+50^{\circ}\text{C}$ отличаются в два раза.

Список литературы

1. Гараников В.В. Микроползучесть конструкционных сплавов в условиях различных температур: монография. – Тверь: ТГТУ, 2011. –76 с.
2. The experimental research of mikrocreep at room temperature // The Wau of Science. International scientific journal. – 2017. – №6 (40). – С. 28-30.

Сведения об авторе:

Гараников Валерий Владимирович – д.т.н., профессор, заведующий кафедры «Техническая механика», ТвГТУ, г.Тверь.

INVESTIGATION OF MICROCREEP OF CONSTRUCTIONAL MATERIALS AT REDUCED TEMPERATURE

Garanikov V.V.

Keywords: microcreep, low temperature, diagram, sample, deformation.

Abstract. The paper present the results of microcreep at a temperature of -50°C . The tests were carried out on solid cylindrical samples with a threaded head on alloys Амг6, 01570, А1-19 and tubular samples for metal composite А1-В. The tests were carried out on a kinematic machine FPZ-100/1 in the device for deep cooling.