

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ СВЕРХПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ В ВЫСОКОАЗОТИСТОЙ ВАНАДИЙСОДЕРЖАЩЕЙ СТАЛИ**

**Мельников Е.В., Астафуров С.В., Майер Г.Г., Москвина В.А.,  
Панченко М.Ю., Гальченко Н.К., Астафурова Е.Г.**

*Институт физики прочности и материаловедения СО РАН,  
Томск, Россия, [melnickow-jenya@yandex.ru](mailto:melnickow-jenya@yandex.ru)*

В работе исследована возможность реализации сверхпластического течения в высокоазотистой ванадийсодержащей аустенитной стали. В качестве объекта исследования была выбрана сталь Fe-19Cr-22Mn-1.5V-0.3C-0.6N (масс. %). Из исходной литой заготовки вырезались стальные бруски, которые подвергали часовому отжигу при температуре 1200°C с последующей закалкой в воду. Для формирования мелкозернистой гетерофазной структуры проводили термомеханическую обработку закаленных образцов, состоящую в многоходовой прокатке до общей степени осадки 80% с промежуточными часовыми отжигами при температурах 900-1050 °C. После термомеханической обработки из заготовок вырезали плоские образцы в форме двойных лопаток для проведения механических испытаний. Размер рабочей части образцов составляли 12×2,7×1,5 мм. Одноосное растяжение образцов проводили в температурном интервале от 25 до 1000 °C с начальными скоростями деформации от  $4,2 \times 10^{-5}$  до  $2,1 \times 10^{-3} \text{ с}^{-1}$  на электромеханической испытательной машине LFM-125, оснащенной высокотемпературной камерой (Walter + Bai AG, Швейцария).

На основе анализа структурно-фазовых состояний исследуемой стали после различных термомеханических обработок был сделан вывод о том, что ванадийсодержащие высокоазотистые стали являются перспективным материалом, способным деформироваться в режиме сверхпластического течения. Экспериментально определенные режимы термомеханических обработок позволяют сформировать в стали гетерофазные высокодефектные состояния на основе аустенита с малым содержанием ферритной фазы и различной объемной долей дисперсных частиц карбонитридов ванадия и хрома. В диапазоне скоростей деформации от  $4,2 \times 10^{-4}$  до  $2,1 \times 10^{-3} \text{ с}^{-1}$  и температурах испытания от 900 до 1000 °C образцы демонстрируют признаки сверхпластического течения (удлинение до разрушения образцов превышает 400%, показатель скоростной чувствительности напряжения течения превышает 0,3, напряжения течения составляют менее 40 МПа). Были определены режимы термомеханических обработок, позволяющие реализовать в исследуемой высокоазотистой ванадийсодержащей стали сверхпластическое течение с величиной удлинения до разрушения до 900% (при скорости деформации  $4,2 \times 10^{-4} \text{ с}^{-1}$  и температуре механических испытаний 950°C).

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда (грант № 17-19-01197).*