

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**«Физическая мезомеханика.
Материалы с многоуровневой иерархически
организованной структурой и интеллектуальные
производственные технологии»,**

посвященная 90-летию со дня рождения
основателя и первого директора ИФПМ СО РАН
академика Виктора Евгеньевича Панина

в рамках
**Международного междисциплинарного симпозиума
«Иерархические материалы: разработка и приложения
для новых технологий и надежных конструкций»**

**5–9 октября 2020 года
Томск, Россия**

Томск
Издательство ТГУ
2020

**ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ И ТЕМПЕРАТУРЫ ДЕФОРМАЦИИ НА
ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПЛАСТИЧЕСКОГО ТЕЧЕНИЯ И РАЗРУШЕНИЕ
ВАНАДИЙСОДЕРЖАЩИХ АУСТЕНИТНЫХ СТАЛЕЙ С ВЫСОКИМ
СОДЕРЖАНИЕМ АТОМОВ ВНЕДРЕНИЯ**

Астафуров С.В., Майер Г.Г., Мельников Е.В., Москвина В.А., Панченко М.Ю.,
Реунова К.А., Тумбусова И.А., Астафурова Е.Г.

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия

Настоящая работа посвящена исследованию влияния скорости и температуры деформации на закономерности пластического течения и разрушение ванадийсодержащей аустенитной стали с высоким содержанием примесей внедрения Fe-22Cr-26Mn-1,3V-0,2Ni-0,7C-1,2N (масс. %). Из исходной заготовки (после горячей прокатки) вырезали образцы в форме двойной лопатки с размерами рабочей части $1,3 \times 2,7 \times 12$ мм, которые подвергали часовому отжигу при температуре 1200°C с закалкой в воду. Механические испытания на одноосное растяжения проводили в интервале температур от -60°C до 300°C и начальных скоростях деформации от 1×10^{-4} до 1×10^{-2} с⁻¹.

Результаты механических испытаний показали, что изменение температуры деформации в интервале от -60°C до 60°C, что соответствует температурам эксплуатации машин и механизмов в различных климатических условиях, слабо влияет на характер кривых течения и коэффициент деформационного упрочнения исследуемой стали. При этом образцы сталей демонстрируют сильную температурную зависимость предела текучести, типичную для аустенитных сталей с твердорастворным упрочнением азотом или углеродом. Снижение температуры механических испытаний от 60 до -60°C приводит к существенному увеличению предела текучести стали от 735 до 1020 МПа, но не вызывает принципиального снижения удлинения до разрушения (от 14% при -60°C до 10% при -60°C). Увеличение скорости деформации в рассматриваемом интервале температур от 1×10^{-4} до 1×10^{-2} с⁻¹ также приводит к росту предела текучести образцов. Например, при комнатной температуре увеличение скорости деформации на два порядка приводит к росту величины $\sigma_{0,2}$ от 800 до 900 МПа, а при 60°C от 710 до 770 МПа.

Независимо от скорости и температуры одноосного растяжения пластическое течение в стали на ранних степенях деформации развивается деформационным скольжением, механическое двойникование выступает дополнительным механизмом упрочнения. Оба фактора, понижение температуры испытания и увеличение скорости деформации, влияют на характер дислокационной структуры – планарность дислокационной структуры становится более выражена и усиливается активность механического двойникования. Несмотря на усиление планарности сдвига и вклада от двойникования, основной микромеханизм излома стали (вязкий транскристаллитный) не изменяется при изменении скорости и температуры испытания. На поверхностях разрушения формируются преимущественно ямки излома, но также наблюдаются единичные плоские фасетки квазискола. С понижением температуры испытания доля хрупких фасеток увеличивается, но основной механизм излома сохраняется. Таким образом, для рассмотренных условий деформирования сталь не проявляет склонности хрупкому разрушению по механизму квазискола, а высокая концентрация атомов внедрения способствует формированию высоких прочностных свойств.

При высокотемпературных испытаниях (в области атермической деформации) для исследуемой стали, содержащей высокую концентрацию атомов азота и углерода (0,7C, 1,2N масс. %) экспериментально выявлены эффекты динамического и статического деформационного старения, которые типичны для деформации сталей, легированных марганцем и углеродом, но не характерных для высокоазотистых сталей. Установлен температурный интервал проявления эффекта динамического деформационного старения – (200-300)°C. Пластическое течение в этом температурном интервале сопровождается появлением «скачков» на диаграммах «напряжение-деформация», отрицательной скоростной

Секция 5. Материалы и технологии для создания и восстановления изделий и элементов конструкций, адаптированные к природно-климатическим условиям Арктики

зависимостью напряжений течения и увеличением скорости деформационного упрочнения на стадии дислокационного скольжения.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 18-48-700042 р_а).