

Таким образом, сопротивление замедленному разрушению определяется факторами  $s_{f, \Delta s_{\text{вн}}}$  и  $\Delta s_{\text{нр}}$ , зависящими в свою очередь от размера исходного аустенитного зерна.

#### Список литературы

1. Мишин В.М., Филиппов Г.А. Критерий и физико-механическая характеристика сопротивления стали замедленному разрушению. Деформация и разрушение материалов. – 2007. – № 3. – С. 37–42.
2. Филиппов Г.А., Саррак В.И. Локальное распределение водорода и внутренние микронапряжения в структуре закаленной стали // ФММ. – 1980. – Т. 49. – в.1. – С. 121–125.

### ВЛИЯНИЕ ПОРИСТОСТИ ПОРОШКОВОЙ СТАЛИ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ХЛАДНОЛОМКОСТИ

Сибилёв А.В., Мишин В.М.

*Северо-Кавказский федеральный университет,  
Пятигорск, e-mail: sibilevalexander@yandex.ru*

Детали, изготовленные из порошковых сталей, как правило, не испытывают высоких нагрузок при эксплуатации. В то же время известно, что понижение температуры в значительной степени приводит к охрупчиванию сталей и сплавов с ОЦК-решеткой и снижает разрушающую нагрузку ниже критической температуры хрупкости [1,2]. Полагали, что хладноломкость порошковых сталей в значительной мере зависит от пористости.

Целью работы являлось установление влияния пористости порошковой стали на механические характеристики при понижении температуры от нормальных до азотных температур.

Опыт последних десятилетий свидетельствует о высокой эффективности применения порошковых материалов для производства изделий конструкционного назначения в различных областях техники [1]. Коэффициент использования материала при изготовлении изделий из порошковых материалов достигает 0,95–1,00, что в свою очередь кроме значительной экономии материала обеспечивает высокий уровень экологичности производства. Однако механические свойства изделий из порошковых легированных сталей ниже, чем из стального проката аналогичного химического состава, что связано с пониженной плотностью, гетерогенностью структуры и большей загрязненностью неметаллическими включениями. Поэтому до последнего времени спеченные изделия применялись в основном в случае малых рабочих нагрузок. Дальнейшее расширение области применения конструктивных деталей, изготовленных методами порошковой металлургии, обеспечивается использованием современных технологий получения порошковых материалов, их легированием, термообработкой, снижением уровня пористости.

Исследования проводили в ЦНИИчермет на среднелегированной стали, полученной в результате спекания частично-легированного порошка марки ПЖН4Д2М.

Исследование свойств материалов полученных на основе частично-легированного порошка ПЖН4Д2М проводилось на стандартных призматических образцах с острым надрезом и цилиндрических образцах диаметром 5 мм.

Одним из основных факторов, резко отличающих спеченные материалы от компактных, который оказывает существенное влияние на закономерности формирования механических свойств при понижении температуры испытаний является пористость.

С целью изучения поведения спеченного материала различной пористости от 10 до 30% при изменении температуры был проведен комплекс испытаний на растяжение и статический изгиб цилиндрических образцов диаметром 5 мм и призматических образцов 10×10×55 мм с острым надрезом. Во всем диапазоне исследуемых температур происходит монотонное снижение предела текучести и предела прочности с ростом температуры испытания, что аналогично поведению компактных материалов.

Было установлено, что разрушающее номинальное напряжение при изгибе образца с надрезом при понижении температуры испытаний возрастает, причем характер зависимости одинаков для всех степеней пористости. Кроме того, скопления закрытых пор являются заметными микроскопическими концентраторами напряжений, способными к взаимодействию с матрицей и между собой. Микронегомогенность структуры приводит к избирательной локализации деформации в пределах мостиков. Видимым результатом этих процессов является разрушение образцов при более низких внешних напряжениях и макродеформациях, чем это было бы в случае компактного материала. Наибольшую опасность представляют открытые поры с малым радиусом вершины. Кроме того, на основании полученных результатов можно утверждать, что изменение механических свойств в зависимости от пористости при других неизменных параметрах обусловлено не только уменьшением эффективного сечения нагруженного образца, но и статистическим распределением и типом пор, которые приводят к возникновению локальной концентрации напряжений.

#### Список литературы

1. Мишин В.М. Структурно-механические основы локального разрушения конструктивных сталей: монография. – Пятигорск: Спецпечать, 2006. – 226 с.
2. Мишин В.М., Филиппов Г.А. Разделение влияния прочностных и деформационных факторов на критическую температуру хрупкости стали // Деформация и разрушение материалов. – 2007. – № 6. – С. 21–26.