

**ВЛИЯНИЕ ДИСПЕРСИОННОГО ТВЕРДЕНИЯ НА ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ  
ВЯЗКО-ХРУПКОГО ПЕРЕХОДА В ВЫСОКОАЗОТИСТЫХ АУСТЕНИТНЫХ  
ХРОМОМАРГАНЦЕВЫХ СТАЛЯХ**

**Астафурова Е.Г.<sup>1</sup>, Москвина В.А.<sup>1</sup>, Майер Г.Г.<sup>1</sup>, Астафуров С.В.<sup>1</sup>, Мельников Е.В.<sup>1</sup>,  
Фортуна А.С.<sup>1,2</sup>, Бурлаченко А.Г.<sup>1</sup>, Гальченко Н.К.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия,

<sup>2</sup>Томский политехнический университет, Томск, Россия,  
*elena.g.astafurova@gmail.com*

С использованием методов электронной микроскопии изучена температурная зависимость механизма разрушения и микроструктура высокоазотистых сталей (ВАС) Fe-23Cr-17Mn-0.1C-0.6N, Fe-19Cr-21Mn-1.5V-0.3C-0.9N и Fe-19Cr-19Mn-2.5V-0.3C-0.8N (мас. %). Закалку горячекатанных при T=1050-1150°C прутков производили в воду после часовой выдержки при T=1200 °C в среде инертного газа. Одноосное растяжение сталей проводили в интервале температур (77-300)K со скоростью деформации  $1 \times 10^{-4} \text{ с}^{-1}$ .

В исследуемых ВАС наблюдается сильная температурная зависимость условного предела текучести и величины удлинения. При комнатной температуре величина удлинения слабо зависит от химического состава ВАС – они разрушаются транскристаллитно вязко, за исключением стали с 2,5% V. В последней наблюдали менее 10% хрупкого излома, который связан с хрупким разрушением крупных (6-7-микронных) частиц (V,Cr)(N,C). Аустенитная матрица стали с 2,5% V, несмотря на хрупкое разрушение частиц, имеет вязкий излом с большим количеством ямок на поверхности разрушения и вторичными трещинами вдоль границ крупных частиц.

При понижении температуры деформирования ниже комнатной наряду с ростом прочностных свойств происходит уменьшение пластичности стальных образцов. В стали Fe-23Cr-17Mn-0.1C-0.6N разрушение образца при T=77K происходит без образования шейки, транскристаллитно хрупко по механизму квазискола. Доля хрупкого излома на поверхностях разрушения составляет 80-90%. Легирование 1,5%V приводит к изменению механизма разрушения ВАС от преимущественно хрупкого (квазисколом) к преимущественно вязкому. Доля хрупкого излома на поверхности разрушения образцов составляет менее 15%. Характер хрупкого излома также претерпевает изменения: в отличие от транскристаллитного квазискола в стали без ванадия, в стали с 1,5%V хрупкое разрушение происходит в теле и по границам зерен. На хрупких элементах изломов видны ямки, размер и характер распределения которых говорит о том, что они образуются в результате «выкрашивания» сферических частиц (V,Cr)(N,C). В ВАС с 2,5%V доля хрупкого разрушения, за вычетом доли излома от частиц, близка к данным для стали с 1,5%V. При этом характер хрупкого излома смешанный – преимущественно внутризеренный по механизму квазискола (по аналогии со сталью без ванадия), но встречаются элементы разрушения по границам (как в стали с 1,5% V). Механизм влияния легирования ванадием на закономерности излома при 77K основан на изменении характера микроструктуры ВАС в присутствии дисперсных частиц – торможение дефектов частицами и частичное подавление планарности сдвига.

Таким образом, выявлены закономерности влияния легирования ванадием (дисперсионного твердения) на пластичность и характер разрушения исследуемых сталей в интервале температур (77-300) K, которые заключаются в подавлении вязко-хрупкого перехода в ВАС.

*Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (проект № 17-19-01197).*