

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

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВОДОРОДНОГО ОХРУПЧИВАНИЯ ВЫСОКОАЗОТИСТОЙ АУСТЕНИТНОЙ СТАЛИ, ПОДВЕРГНУТОЙ ДИСПЕРСИОННОМУ ТВЕРДЕНИЮ

^{1,2}Михно А.С., ¹Панченко М.Ю., ¹Астафурова Е.Г., ¹Майер Г.Г., ¹Мельников Е.В.,

¹Москвина В.А., ¹Астафуров С.В., ¹Реунова К.А., ^{1,2}Тумбусова И.А.

¹Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск

²НИ Томский политехнический университет, Томск

В работе исследовали влияние наводороживания на механические свойства и механизмы разрушения высокоазотистой аустенитной стали Fe-19Cr-22Mn-1,5V-0,3C-0,86N (мас. %), подвергнутой дисперсионному твердению. С помощью четырех режимов термообработки, включающей закалку 1200°C, 30 мин и старение, были получены различные структурно-фазовые состояния (C0, C1, C2, C3, режимы старения приведены далее по тексту). Согласно рентгенофазовому анализу и электронно-микроскопическим исследованиям было установлено, что C0-образцы (без старения) обладают аустенитной структурой с крупными частицами на основе ванадия (V,Cr)(C,N) (300–500 нм). После обработки по C1-режиму (старение 700°C, 30 мин) по границам зерен наблюдается прерывистый распад аустенита с образованием ячеек Cr₂(N,C) и аустенита, обедненного по атомам внедрения. C2-образцы (старение 700°C, 10 ч) характеризуется комплексной реакцией прерывистого распада не только по границам, но и в теле зерен, и непрерывного распада с гомогенным зарождением и ростом наноразмерных частиц (V,Cr)(C,N) (<5 нм) в теле зерен, не претерпевших прерывистый распад. После термообработки по C3-режиму (старение 800°C, 10 ч) помимо прерывистого распада вдоль границ и в теле зерен, на границах зерен, претерпевших распад и обедненных по азоту, происходит выделение σ-фазы, также происходит непрерывный рост мелких частиц (V,Cr)(C,N) до десятков нанометров в теле зерен. Образцы, обработанные по режимам C0, C1, C2, C3, были подвергнуты электролитическому наводороживанию при комнатной температуре в 3 % водном растворе NaCl, содержащем 3 г/л NH₄SCN, в течение 100 ч при плотности тока 100 А/м².

До наводороживания C0-образцы обладают высокой пластичностью, а обработка по режимам C1, C2, C3 приводит к значительному росту предела текучести и снижению пластичности, что вызвано процессами структурно-фазовых превращений в данной стали. C0-образцы после наводороживания не испытывают эффектов водородного охрупчивания, а на поверхности разрушения наблюдается формирование хрупкого поверхностного слоя толщиной 10-15 мкм, который разрушается преимущественно интеркристаллитно хрупко. Наводороживание образцов C1, C2, C3 не оказывает значительного влияния на пределы текучести и прочности, но значительно снижает удлинение образцов до разрыва. В зависимости от режима старения происходят изменения в глубине и микромеханизме разрушения поверхностных наводороженных слоев. После обработки по режиму C1 в хрупком поверхностном слое толщиной 5-10 мкм разрушение происходило исключительно интеркристаллитно, что обусловлено накоплением водорода вдоль ячеек прерывистого распада по границам аустенитных зерен. В образцах C2 и C3 реакции распада протекают не только по границам, но и в теле зерна, также выделяются наноразмерные частицы (V,Cr)(C,N), которые могут служить местами накопления водорода. Это приводит к изменению механизма разрушения наводороженного слоя от интеркристаллитного к преимущественно транскристаллитному. Увеличение плотности межфазных границ внутри претерпевших прерывистый распад зёрен приводит к увеличению концентрации накапливаемого водорода вблизи поверхности образцов, что препятствует его распространению вглубь. Это способствует уменьшению толщины наводороженного слоя и образованию квазисколов.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, проект № 17-19-01197.