

УДК 539.4:539.5

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДОРОДНОЙ ХРУПКОСТИ МАРТЕНСИТНО-СТАРЕЮЩИХ СТАЛЕЙ

Петкилева Анна Андреевна

Студент 3 курса

кафедра «Материаловедение»

Московский государственный технический университет

Научный руководитель: А.И. Плохих,

кандидат технических наук, доцент кафедры «Материаловедение»

Повышение надежности и увеличение сроков эксплуатации стальных изделий неразрывно связано с содержанием вредных и опасных примесей, одной из которых является водород. Водород может попадать в металл на всех этапах технологической цепи изготовления и дальнейшей эксплуатации изделий, значительно снижая их механические свойства. Теме исследования влияния водорода на металлы и сплавы посвящено большое количество публикаций, однако она по-прежнему остается актуальной.

Повышение интереса к исследованиям вызвано появлением новых научно-технических задач, что объясняет возрастающие требования к стойкости материалов в среде водорода. Проблема заключается в явлении водородной хрупкости, которая в той или иной степени возникает практически во всех металлах. Учитывая, что основой конструкционных материалов остаются стали ферритной группы, важной задачей является изучение закономерностей водородного влияния, в первую очередь на их характеристики надежности, такие как пластичность и вязкость.

Известно, что основным трендом в рекомендациях по использованию сталей в водородной среде, является выбор сталей, обладающих наибольшей вязкостью и наименьшей прочностью, что снижает вероятность хрупкого разрушения и повышает надежность. Однако проводить анализ на таких объектах и выявлять различные факторы влияния затруднительно.

Поэтому объектами исследования были выбраны высокопрочные мартенситно-стареющие стали системы легирования С-Fe-Ni-Co-Mo. Образцы были подвергнуты закалке в вакуумной печи в потоке азота, от температуры 1100 °С без упрочняющего старения. В этом структурном состоянии сталь имеет высокие значения прочности, около 1800-2000 МПа, твердость от 48 до 53 HRC, и достаточно высокие пластические характеристики, необходимые для оценки охручивающего влияния водорода.

Образцы были разделены на две группы, одна из которых была испытана без наводороживания, а другая была насыщена водородом методом гальванического наводороживания, которое проводилось в среде 5% раствора серной кислоты с добавлением 3 г/л тиомочевины, при плотности тока 100 мА/см² в течение 10 часов.

Для определения механических характеристик были использованы образцы размером 10x10 мм, длиной 55 мм, которые имели U-образный концентратор, и были изготовлены в соответствии с ГОСТ 9454. Образцы были испытаны на двухопорный

трехточечный изгиб при скорости нагружения 5 мм/мин. Испытание проводилось на испытательной машине ИР 5143-200 с записью диаграммы испытания.

Было установлено, что гальваническое наводороживание существенно влияет прежде всего на прочность в сторону его уменьшения. Показано, что прочность на изгиб уменьшается от 3 до 4 раз, при одновременном снижении величины прогиба образца более чем в 2 раза.

Проведенное фрактографическое исследование показало, что характер излома в наводороженных и исходных образцах исследованных сталей остается без существенных изменений. При увеличении $\times 500$ крат, наблюдается уменьшение размера и глубины ямок вязкого разрушения, что говорит в первую очередь, о снижении энергоемкости процесса вязкого разрушения. Важным является тот факт, что при кратном снижении прочности явных признаков хрупкого разрушения, например, таких как значительные по площади участки скола, разрушение по границам зерен, либо значительное трещинообразование, обнаружить можно только при больших увеличениях. Т.е. применить к данному случаю критерий t_{50} для интерпретации перехода из вязкого состояние в хрупкое, не представляется возможным.

Литература

1. Колачев Б.А. Водородная хрупкость металлов. – М.: Металлургия, 1985.
2. Рахштадт А.Г., Ховова О.М., Плохих А.И. Влияние условий аустенитизации на структурные превращения в фазонаклепанном аустените и свойства высокопрочной стали с карбидно-интерметаллидным упрочнением // Металловедение и термическая обработка металлов. 1994. № 5. С. 15-21.
3. Полторацкий Л.М. Воздействие водорода на структурно-фазовые превращения в сталях и чугунах: автореф. дис. докт. тех. наук. Н., 2006.
4. Миронов В.И., Яковлев В.В. Критерии водородной прочности металлической конструкции В сборнике: Инновационное развитие техники и технологий наземного транспорта. Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. 2020. С. 157-159.