



ДИССЕРТАЦИЯ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ



Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины.

А.А. Гайворонский (Ин-т электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины) защитил 18 марта 2015 г. докторскую диссертацию на тему «Технологии восстановления наплавкой изделий железнодорожного транспорта из высокопрочных сталей с содержанием углерода 0,55...0,75 %».

высокопрочных сталей с содержанием углерода 0,55...0,75 %».

Диссертация посвящена изучению основных закономерностей формирования структуры и физико-механических свойств наплавленного металла и ЗТВ высокопрочных сталей с содержанием углерода 0,55...0,75 %, разработке, на основании полученных новых научных знаний, теоретических основ и комплекса практических мер, обеспечивающих повышение технологической и эксплуатационной прочности восстановленных дуговой наплавкой железнодорожных колес.

Развиты представления о структурно-фазовых превращениях в металле ЗТВ при дуговой наплавке в зависимости от содержания углерода в стали. Установлено, что вследствие действия термометаморфического цикла дуговой наплавки превращение переохлажденного аустенита в металле протекает с образованием закалочной бейнитно-мартенситной структуры. Мартенситное превращение, которое начинается при 280 °С и скорости охлаждения $w_{6/5} \geq 8$ °С/с при содержании углерода $C = 0,58$ %, при повышении углерода до 0,75 % смещается на 40...75 °С в область более низких температур и начинается при $w_{6/5} \geq 2$ °С/с, а твердость закаленного металла повышается в 1,4 раза. Установлено, что для обеспечения сравнительно высокой сопротивляемости хрупкому разрушению в структуре металла ЗТВ не должно быть верхнего бейнита, а количество мартенсита не превышало доли нижнего бейнита ($M/Бн < 1$).

Установлена количественная взаимосвязь между структурным состоянием закаленного металла ЗТВ и его сопротивляемостью замедленному разрушению. Построена диаграмма в виде зависимости $w_{6/5} = f(C)$, которая отражает изменение сопротивляемости замедленному разрушению (образованию холодных трещин) металла ЗТВ в зависимости от содержания углерода в стали и скорости его охлаждения при наплавке. Установлено, что для повышения сопротивляемости ЗТВ замедленному разрушению необходимо ограничивать скорость охлаждения до $w_{6/5} \leq 16,0$ °С/с при содержании углерода в стали $C < 0,60$ %, до $w_{6/5} \leq 8,0$ °С/с при $C = 0,60...0,65$ %, до $w_{6/5} \leq 5,0$ °С/с

при $C \leq 0,75$ %. При таких условиях в металле ЗТВ формируются закалочные бейнитно-мартенситные структуры, в которых процессы микропластического деформирования под действием нагружения протекают без образования микротрещин. Количественно также установлено влияние содержания диффузионного водорода в наплавленном металле на сопротивляемость ЗТВ замедленному разрушению. Показано, что повысить сопротивляемость металла замедленному разрушению до 2 раз возможно при ограничении содержания диффузионного водорода в наплавленном металле до $[H]_{диф} < 0,5$ мл/100 г.

Обосновано применение для наплавки железнодорожных колес низколегированных сварочных материалов бейнитного и бейнитно-мартенситного класса (система легирования ХНМГСФТ). Показано, что при наплавке проволоками сплошного сечения Св-08ХМ, Св-08ХМФ, порошковой проволокой ПП-АН180МН/90 в наплавленном металле, зоне сплавления и ЗТВ формируются структуры с равномерным распределением напряжений II рода. Механические свойства наплавленного металла — $\sigma_b \geq 700$ МПа, $KCU_{+20} \geq 20$ Дж/см², $HV = 2500...2800$ МПа при повышении до 2,5 раз сопротивляемости износу. Обоснованы также параметры замедленного охлаждения железнодорожных колес после наплавки. Показано, что охлаждение со скоростью 35...40 °С/ч (время охлаждения 3,5...4,5 ч при температурах выше 100 °С) способствует повышению трещиностойкости наплавки при внешних статических и циклических нагружениях.

Установлено, что наиболее нагруженным элементом профиля железнодорожного колеса при эксплуатации является место перехода от поверхности катания к гребню. Поверхностный слой металла существенно деформируется, упрочняется и в нем образуются микротрещины длиной до 350 мкм. Поэтому, перед наплавкой его следует удалить. При восстановлении износа колес необходимо, в первую очередь обеспечить повышенную сопротивляемость хрупкому разрушению металла именно на этом участке колеса, что может быть реализовано только при контролируемом термическом цикле, а наплавку колеса необходимо начинать от основания гребня.

На основании результатов комплексных исследований разработаны научно обоснованные технологии восстановления наплавкой профиля качения железнодорожных колес, изготовленных из сталей с содержанием углерода 0,55...0,75 %, которые способствуют повышению надежности и безопасности движения транспорта в условиях увеличения эксплуатационных нагружений.