

УДК 620.179.14  
ОСОБЕННОСТИ МАГНИТОГРАФИЧЕСКОГО МЕТОДА КОНТРОЛЯ  
СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ТЕПЛОУСТОЙЧИВЫХ СТАЛЕЙ

А. П. МАГИЛИНСКИЙ

Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Могилев, Беларусь

Сварные соединения из любой стали характеризуются структурной неоднородностью. Это объясняется тем, что участки основного металла, расположенные рядом со швом, нагреваются до различных температур. Многие сварные конструкции (например, трубопроводы энергетических установок) предназначены для работы в сложных условиях при действии знакопеременных нагрузок, высоких температур, агрессивных сред. Для их изготовления широко применяются низколегированные теплоустойчивые стали перлитного класса. Сварные соединения этих сталей характеризуются большей структурной неоднородностью, нежели соединения низкоуглеродистых сталей. Так, при сварке теплоустойчивых сталей образуются закалочные структуры в зоне термического влияния (ЗТВ) и, как следствие, холодные трещины. Кроме структурной, сварные соединения теплоустойчивых сталей характеризуются химической неоднородностью. Так, в результате диффузии углерода из основного металла в металл шва в ЗТВ образуется обезуглероженная прослойка с пониженными прочностными характеристиками, что может привести к разрушению конструкции в процессе эксплуатации. Как известно, магнитные характеристики сталей зависят от химического и фазового состава, а также от величины зерна. В связи с этим сварные соединения теплоустойчивых закаливающихся сталей будут характеризоваться магнитной неоднородностью, которая затрудняет выявление дефектов, как в самом шве, так и в ЗТВ, где эта неоднородность проявляется более существенно. Магнитная неоднородность усугубляется действием остаточных сварочных напряжений, которые могут достигать значений предела текучести. В связи с этим, при магнитографическом контроле сварных соединений закаливающихся сталей, возникают помехи, на фоне которых трудно выделить сигналы, обусловленные дефектами.

Анализ структуры металла шва и ЗТВ сварных соединений теплоустойчивых сталей показал, что шов состоит из феррита и перлита, а структуры закалки (бейнит, тростит, мартенсит) имеются только в ЗТВ на участке полной перекристаллизации. Таким образом, выявляемость дефектов в сварном шве теплоустойчивых сталей зависит от тех же факторов, что и выявляемость дефектов в шве низкоуглеродистых сталей, то есть от разме-

ров и формы усиления шва и эти вопросы получили уже достаточно хорошее освещение в литературе.

Цель – разработка магнитографического метода контроля ЗТВ сварных соединений закаливаемых сталей с отстройкой от сигналов-помех, обусловленных магнитными неоднородностями ЗТВ. Выявлению подлежали дефекты сплошности ЗТВ (холодные трещины), а также дефекты неоднородности химического состава (обезуглероженная полоса). Были исследованы: влияние структуры (вида термообработки) на магнитные характеристики закаливаемых теплоустойчивых сталей; распределение индукции в зоне сварного соединения; топография  $H_t$  в зоне сварного соединения с охватом ЗТВ; разработан способ отстройки от сигналов-помех.

Анализируя кривые намагничивания стали 15Х1МФ в зависимости от вида термообработки и кривые намагничивания отдельных зон сварного соединения, видим, что путем изменения величины приложенного поля  $H_0$  можно выбрать такое  $H_0$  после выключения которого, остаточная индукция, а, следовательно, и поля от участков ЗТВ прошедших термическую обработку, будут иметь величину, недостаточную для записи их на магнитную ленту, особенно на высокоэрцитивную. Было предложено отстройку сигнала дефекта от сигналов-помех, вызванных структурной неоднородностью, осуществлять при магнитографическом контроле в режиме остаточной намагниченности. Сигналограмма, полученная на экране дефектоскопа, при считывании записи с магнитной ленты не будет иметь сигналов, обусловленных магнитными неоднородностями ЗТВ, и на сигналограмме будет только один импульс, соответствующий дефекту.

В режиме остаточной намагниченности чувствительность магнитографического контроля невысокая: поверхностные дефекты выявляются с 16 %, а дефекты внутренней поверхности – с 25 %, причем амплитуда сигнала для поверхностных дефектов, соответствующая 16 %, составляет 1,5 мВ, а для дефектов внутренней поверхности 25 % равна 0,5 мВ. Однако при этом на экране дефектоскопа получается четкий двуполярный сигнал, позволяющий судить о наличии дефектов.

Для повышения чувствительности контроля по остаточной намагниченности применяли способ, заключающийся в том, что контролируемое изделие намагничивается с помощью П-образного электромагнита и дополнительной подмагничивающей системы в виде двух пластин (концентраторы магнитной индукции), установленных на одинаковом расстоянии по обе стороны от контролируемого сечения. При этом достигается достаточно высокая чувствительность контроля: для поверхностных дефектов – от 4 % и выше, для дефектов внутренней поверхности – от 8 % и выше.