

УДК 620.170

## МАГНИТОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ТРУБ ИЗ ВЫСОКОПРОЧНЫХ СТАЛЕЙ

А. П. МАГИЛИНСКИЙ

Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Многие сварные конструкции предназначены для работы в сложных условиях при действии знакопеременных нагрузок, высоких температур, агрессивных сред. Для обеспечения требований, предъявляемых к сварным конструкциям, работающим в таких условиях, следует применять стали, характеризующиеся высокими прочностными, пластическими, антикоррозионными и другими свойствами. Примером таких конструкций являются трубопроводы атомных электростанций. Для их изготовления применяются стали, имеющие высокие прочностные характеристики (например, сталь ДИ-52-ВД).

Расширение производства сварных конструкций из таких сталей сопряжено с большими трудностями, возникающими при их изготовлении и сварке. Сварка труб осуществляется навесными автоматическими головками в среде защитного газа. Сварная конструкция трубопровода работает в широком диапазоне температур (от -50 до +30 °С). Условия эксплуатации конструкций трубопроводов характеризуются действием термомеханических нагрузок и коррозионной среды. Это обусловлено, прежде всего, склонностью к образованию разноориентированных трещин не только в сварном шве, но и в зоне термического влияния (ЗТВ), так как данная сталь обладает химической и структурной неоднородностью и имеет склонность к аллотропическим превращениям в условиях термического цикла сварки, а также возникают трудности обеспечения равнопрочности сварных соединений.

Особенностью труб для атомных электростанций является то, что у них переменное сечение стенок. Внутри трубы находится объект, выполненный из неферромагнитного материала, что затрудняет расшифровку результатов радиационного и акустического контроля. Авторами было предложено для этих целей применять магнитографический метод контроля, обладающий высокой чувствительностью и производительностью. В процессе работы исследованы магнитные характеристики сварных соединений из стали ДИ-52-ВД, а также были проведены экспериментальные исследования магнитостатических полей в зоне сварного соединения. Исследования показали, что для обеспечения однородного магнитостатического поля в зоне сварного соединения необходимо применять кольцевые концентраторы магнитной индукции, охватывающие наружную поверхность труб до контролируемой зоны. Применение намагничивающего устройства,

снабженного разработанными концентраторами, позволяет создать в шве поле, достаточное для формирования поля дефекта. Для намагничивания продольных сварных швов было изготовлено намагничивающее устройство с полюсными наконечниками, копирующими профиль трубы. Для намагничивания труб с кольцевыми швами применяли намагничивающее устройство, состоящее из катушек постоянного тока, которые крепятся на концентраторы магнитной индукции. Намагничивающее устройство является универсальным, т.е. для любого диаметра трубы изготавливаются только концентраторы, а катушки применяют одни и те же, количество катушек зависит от диаметра трубы и поэтому намагничивающее устройство может иметь 4, 6 и 8 катушек. Некоторые трубы, сваренные кольцевым швом, применяемые в энергетических установках, расположены таким образом, что выше описанные намагничивающие устройства из-за различного пространственного положения труб (расположены друг от друга на близком расстоянии) применить трудно. Было предложено намагничивающее устройство, представляющее собой две катушки постоянного тока, закрепленные на сердечниках и связанные шарнирами. Роль концентраторов магнитной индукции играют выступы на полюсных наконечниках. Два шарнира позволяют катушкам менять угол наклона относительно оси среднего магнитопровода на  $110^\circ$ , в свою очередь среднее звено имеет возможность поворачивать катушки относительно друг друга на  $180^\circ$ . Намагничивающее устройство снабжено набором полюсных наконечников.