

К.А. ВОРОНКО, А.С. ЩЕКИН

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, Россия

МЕТОД ПРЕЦИЗИОННОЙ МИКРОСВАРКИ ЦИРКОНИЯ ПРИ ПОМОЩИ ND:YAG ЛАЗЕРА С ЛАМПОВОЙ НАКАЧКОЙ

В работе были исследованы базовые принципы лазерной микросварки. Изучено влияние энергии в импульсе на геометрические параметры сварного соединения. Также был найден оптимальный режим работы используемой установки. Полученные результаты можно применять на практике при создании неразъемных соединений, а также для дальнейших исследований с целью улучшения качества сварных соединений.

K.A. VORONKO, A.S. SHCHEKIN

National Research Nuclear University MEPhI (Moscow Engineering Physics Institute), Moscow, Russia

METHOD OF PRECISION MICROWELDING OF ZIRCONIUM USING A LAMP-PUMPED ND:YAG LASER

The work examined the basic principles of laser microwelding. The influence of energy in a pulse on the geometric parameters of a welded joint was studied. The optimal operating mode of the installation used was also found. The results obtained can be used in practice when creating permanent joints, as well as for further research in order to improve the quality of welded joints.

Лазерные технологии являются одними из наиболее перспективных и востребованных технологий в современном производстве. Высокая плотность мощности лазерного луча — одно из важнейших преимуществ при лазерной обработке. Это свойство позволяет быстро и эффективно обрабатывать различные материалы с высокой точностью и качеством. Сварка металлов была одним из первых промышленных применений лазеров. Этот процесс задействован в различных отраслях, в том числе и в атомной.

В эксперименте использовалась система лазерной сварки «Фотон Компакт» с импульсным Nd:YAG лазером, имеющим максимальную пиковую мощность 4 кВт и длину волны 1,064 мкм. Лазер имеет перечень базовых настроек: длительность импульса, частота следования импульсов и процент от максимальной мощности при заданных параметрах. Особенностью лазера является возможность изменения ширины гауссова пучка и формы импульса. В качестве исследуемого материала была выбрана циркониевая пластинка толщиной 0,5 мм и тонкостенная трубка с толщиной стенки 0,9 мм из сплава Э110.

При выполнении сварного соединения, можно выделить несколько причин, ведущих к выходу из строя тепловыделяющих сборок:

- снижение прочностных и коррозионных свойств соединений вследствие наличия загрязнений в зоне сварки;
- небольшие «подрезы» в сварных швах, которые не удается обнаружить неразрушающими методами контроля ввиду их малых геометрических размеров, но они все же являются концентраторами напряжений и приводят к разрушению за счет экстремальных условий эксплуатации;
- разрушения, вызванные повышенной твердостью, и снижение пластичности металла оболочек ТВЭЛов в зоне термического влияния и вблизи сварных швов с «непроваром».

Для решения этих проблем и модернизации технологии сварки предпринимаются следующие действия:

- создание условий для поддержания чистоты свариваемого металла, оборудования и расходных материалов на протяжении всех технологических операций;
- повышение стабильности качества соединений

Последний пункт является наиболее интересным, так как более высокое качество соединений можно получить путем управляемого ввода энергии в зону сварного шва. В свою очередь контроль ввода энергии можно осуществлять при помощи множества параметров. В данной работе исследовалось влияние изменения мощности подаваемого излучения в зону расплава. Данный параметр позволяет получать два вида сварных соединений, отличающихся глубиной проплавления. Также изучалась зависимость глубины проплавления от длительности импульса. Существенно влияет на качество соединения также форма подаваемого импульса и внешние условия, а конкретно присутствие или отсутствие атмосферы инертного газа.