

УДК 621.791.763.2

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОНТАКТНОЙ РЕЛЬЕФНОЙ СВАРКИ С ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ МОЩНОСТЬЮ ТЕПЛОВЛОЖЕНИЯ

Д. Н. ЮМАНОВ, Е. М. КОРОЛЁВ  
Белорусско-Российский университет  
Могилев, Беларусь

Процессы контактной рельефной сварки являются трудноанализируемыми по причине скоротечности протекания процесса, геометрических особенностей сварного соединения и других особенностей термомодеформационного цикла сварки. Конечно-элементное моделирование является мощным инструментом при определении оптимальных параметров режимов контактной точечной и рельефной сварки. В настоящее время при помощи численного моделирования возможно не только оптимизировать режимы, но и разработать новые способы сварки.

Важным критерием оценки образования качественного Т-образного сварного соединения является перемещение верхнего электрода  $h_{ЭЛ}$  в процессе рельефной сварки, которое показывает суммарное влияние параметров режима на характер деформирования рельефа.

По результатам численного моделирования произведена оценка величины осевого перемещения верхнего подвижного электрода  $h_{ЭЛ.М}$  в процессе сварки на разных временных этапах. Данная зависимость показывает, на какую величину происходит деформирование разогретого от протекания сварочного тока, металла сварного соединения под действием усилия сжатия. Величина перемещения регистрировалась во временном промежутке  $\tau = 0...550$  мс. Данный временной промежуток соответствует участку интенсивного нагрева металла, включающего время протекания тока подогрева и сварочного тока.

Экспериментально и при численном моделировании определено влияние тока подогрева  $I_{ПОД}$  на величину перемещения верхнего электрода. При недостаточном токе подогрева  $I_{ПОД}$  (30 %...40 % от максимального сварочного тока  $I_{СВ}$ ) перемещение электрода за время подогрева  $h_{ЭЛ.ПОД}$  составляет 20...44 мкм, что способствует увеличению плотности тока и появлению сильных выплесков расплавленного металла на стадии сварки. При оптимальном токе подогрева  $I_{ПОД}$  (45 %...55 % от  $I_{СВ}$ )  $h_{ЭЛ.ПОД}$  составляет 40...130 мкм, что способствует снижению вероятности появления выплесков. При завышенном токе  $I_{ПОД}$  (60 %...65 % от  $I_{СВ}$ ) перемещение  $h_{ЭЛ.ПОД}$  составляет 155...290 мкм, что свидетельствует о чрезмерной деформации рельефа, способствует снижению плотности тока на стадии сварки и ухудшению механических свойств соединения.

Адекватность математического моделирования проводилась по данным регистрации величины перемещения верхнего электрода в процессе экспериментальных исследований при помощи оптоэлектронного преобразователя линейных перемещений ЛИР-17. Данные, полученные в процессе расчёта при моделировании, сопоставлялись с данными датчика перемещения в одном временном промежутке, который составляет  $\tau = 0...550$  мс.