

О ВЫБОРЕ ЦИКЛОГРАММЫ ТОКА ПРИ КОНТАКТНОЙ
РЕЛЬЕФНОЙ СВАРКЕ ПАКЕТНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

А. Ю. ПОЛЯКОВ, С. М. ФУРМАНОВ, Р. Г. ХУДОЛЕЙ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Регуляторы цикла сварки, которыми комплектуются контактные машины типа МТ, МТП, МР, Оливер, широко используемые сегодня на предприятиях Республики Беларусь, позволяют задавать импульс сварочного тока плавно нарастающим до максимального, амплитудного значения. Причем в регуляторах обычно предусмотрена возможность изменения крутизны нарастания импульса тока (модуляция).

При рельефной сварке пакетных соединений, когда за один цикл необходимо получить неразъемное соединение трех и более деталей при последовательном или параллельном образовании двух и более литых зон, наличие рельефов на соединяемых деталях налагает определенные требования к термомодеформационным процессам зоны сварки. Распределение тепловых и деформационных полей, а также графики перемещения и скорости перемещения верхнего подвижного электрода, ранее полученные при моделировании процесса сварки в среде MSC.Marc, позволили установить 5 этапов кинетики формирования пакетных рельефных соединений:

- а) предварительная деформация рельефов (стабилизация электросопротивления контактов пластина-рельф);
- б) плавное увеличение деформации рельефов при включении тока (активация контактных поверхностей);
- в) появление и рост зон расплавления (интенсивная пластическая деформация металла зоны соединения);
- г) полная осадка рельефов на всю их высоту (касание поверхностей деталей);
- д) релаксационные процессы в зоне сварки после выключения тока.

При этом из пяти перечисленных этапов второй, третий и четвертый связаны непосредственно с протеканием через зону сварки тока и процессами непрерывного нагрева металла. На каждом из этих трех этапов в зону сварки необходимо вкладывать строго определенное количество энергии, что существенно снизит вероятность возникновения выплесков или непроваров, остаточных напряжений, а также рационализирует величину силовой электроэнергии, потребляемой контактной машиной из сети. Нарастающий амплитудный импульс сварочного тока не позволяет этого добиться, т. к. во-первых, деформирование рельефов происходит за завышенных скоростях за счет скачкообразного увеличения уровня тока уже за 5–7 периодов сварки, что приводит к преждевременному касанию деталей по всей площади (шунтирование по околошовной зоне), и, во-вторых, ввиду

скачкообразного уменьшения уровня импульса тока с амплитудного значения до нуля при его выключении в зоне сварки создается неблагоприятное поле остаточных напряжений, что требует дополнительной операции приложения к электродам повышенного ковочного усилия.

Авторами было предложено использовать при рельефной сварке пакетных соединений трехступенчатую циклограмму тока. Каждая из ступеней соответствует одному из трех вышеуказанных основных этапов кинетики формирования соединения. Аппаратура реализации данной циклограммы тока на практике включает:

а) аналого-цифровую плату сбора данных NATIONALINSTRUMENTNIUSB-6251;

б) устройство согласования на базе электромагнитных реле и операционных усилителей;

в) ЭВМ с программной средой LABVIEW;

г) кабель для внешнего управления регулятором цикла сварки.

Ранее также была разработана методика расчета требуемого тепловложения в зону рельефной сварки указанных соединений, а также имитационная модель автоматического выключения сварочного тока на основе анализа тепловложения в зону сварки на каждом из этапов кинетики формирования соединения (в среде LABVIEW).

В результате анализа математического моделирования, а также экспериментальных исследований были установлены следующие варианты соотношения задаваемых уровней импульсов тока и значений требуемого тепловложения на каждой из трех ступеней циклограммы, представленные в табл. 1.

Табл. 1. Комбинации «уровни тока – требуемое тепловложение»

№	Первая ступень циклограммы	Вторая ступень циклограммы	Третья ступень циклограммы	Q ₁ , кДж	Q ₂ , кДж	Q ₃ , кДж
1	40% от I _{MAX}	90% от I _{MAX}	40 % от I _{MAX}	5 % от Q _{ЭЭ}	90 % от Q _{ЭЭ}	5 % от Q _{ЭЭ}
2	40% от I _{MAX}	100% (I _{MAX})				
3	50% от I _{MAX}	90% от I _{MAX}				
4	50% от I _{MAX}	100% (I _{MAX})				
5	60% от I _{MAX}	90% от I _{MAX}				
6	60% от I _{MAX}	100% (I _{MAX})				
7	40% от I _{MAX}	90% от I _{MAX}				
8	40% от I _{MAX}	100% (I _{MAX})				
9	50% от I _{MAX}	90% от I _{MAX}				
10	50% от I _{MAX}	100% (I _{MAX})				

Для того чтобы определить, какие из данных комбинаций являются наиболее оптимальными для процесса сварки, необходимо произвести сварку как минимум десяти образцов для каждой из комбинаций с обязательной регистрацией активной мощности, потребляемой контактной машиной из сети, а также провести прочностные испытания каждого сварного образца с последующим сравнительным анализом.