



## ДИССЕРТАЦИЯ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ



**Кусков Ю. М. «Электрошлаковый процесс и технология наплавки дискретными материалами в токоподводящем кристаллизаторе».**

Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.03.06 «Сварка и родственные технологии». Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины, Киев 2005 г. Дата защиты 18 мая 2005 г.

Диссертация посвящена созданию научных основ электрошлакового процесса с использованием дискретных материалов и оптимизации секционных электродов-кристаллизаторов для промышленной высокоэффективной технологии наплавки больших объемов металла на изделия различного назначения, в частности на валки прокатных станов.

Исследован электрошлаковый процесс наплавки в токоподводящем кристаллизаторе (ТПК). Установлено, что он протекает в две стадии. В начальной для быстрого формирования шлаковой ванны и исключения появления в шлаке зон высокой плотности тока и максимальной электроэрозии кристаллизатора следует применять переменный или постоянный (полярность прямая) ток с подачей на шлаковую ванну напряжения не менее

45...55 В. Вторая стадия характеризуется установившимся процессом при рабочем напряжении, составляющем 60...70 % первоначального. Суммарный ток возрастает с уменьшением отношения диаметров токопроводящей и формирующей секций кристаллизатора и толщины наплавляемого слоя. Стабильности процесса и качества наплавки достигают при поступлении на металлическую ванну не менее 25 % тока, идущего на наплавляемую деталь.

Доказано что конструкция водоохлаждаемого нерасходуемого электрода в виде секционного ТПК позволяет исключить жесткую зависимость между скоростью ввода в шлак расплавленного материала, формой и размерами металлической ванны. Теоретически обосновано и практически подтверждено, что токопроводящую секцию кристаллизатора следует изготавливать с диаметром, на 5...30 % превышающим диаметры других секций, благодаря чему на 30 % снижаются тепловые нагрузки на его стенки и примерно в 1,4 раза повышается долговечность работы ТПК.

Изучена кинетика движения дискретного материала в виде гранул, частиц, зерен, дроби в слое вращающегося шлака. Экспериментально показано, что вследствие намораживания шлака на поверхности частиц скорости их переноса через шлак в металлическую ванну по сравнению с расчетными снижаются в 5...10 раз. Это исключает появление дефектов типа несплавлений в наплавленном металле. При регулировании скорости вращения шлаковой ванны и ее превышении 150 об./мин процесс переноса частиц изменяется, возрастает время их нахождения в шлаке, благодаря чему можно расширить (увеличить) фракционный состав применяемой при наплавке присадки.

Установлено, что износостойкость наплавленного хромистого чугуна можно повысить в 1,2...1,3 раза за счет увеличения фракционного состава частиц от 1,6...2,5 до 2,5...3,5 мм и на 40...50 % при почти трехкратном увеличении скорости ввода присадки в шлаковую ванну. Это связано с изменением структуры металла, в частности, размер карбидов в этом случае уменьшается не менее чем в два раза. По сравнению с наплавкой компактным материалом, размер зерна наплавленного металла типа быстрорежущей стали Р6М5 уменьшается в три раза, что повышает ее пластические свойства.

Создано принципиально новое направление в технологии электрошлаковой наплавки на развитые замкнутые поверхности стальных и чугунных деталей, позволяющее путем варьирования электрическим режимом наплавки, составом, размером, скоростью и зоной ввода дискретной присадки регулировать эксплуатационные характеристики наплавленного металла как по толщине, так и по длине наплавляемой поверхности, формировать композитные слои высокой износостойкости.

Расчетными методами установлено и экспериментально подтверждено, что разработанный способ наплавки позволяет наплавлять за один проход слои металла толщиной от 10 до 80 мм производительностью до 800 кг/ч с долей участия основного металла в наплавленном, не превышающей 10 %. В качестве наплавляемого металла используют хромоникелевые и хромистые чугуны, азвтектоидные и быстрорежущие стали, сплавы на никелевой и медной основах, а также твердые сплавы.

Выполненные научные исследования и предложенные на их основе практические решения подтверждены в условиях опытно-промышленной проверки и эксплуатационных испытаний стальных и чугунных наплавленных валков различных станов с диаметром бочки от 400 до 1000 мм на Макеевском, Криворожском и Новолипецком металлургических комбинатах. Новизна и оригинальность многих предложенных решений подтверждена 27 авторскими свидетельствами, 8 патентами Российской Федерации и 1 патентом Украины.