



5. Левченко О. Г., Лукьяненко А. О., Полукаров Ю. О. Экспериментальное и расчетное определение концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны при дуговой

сварке покрытыми электродами // Автомат. сварка. — 2010. — № 1. — С. 31–35.

6. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. — Введ. 01.01.89.

The computer system is presented, comprising indicators of the levels of emissions and chemical composition of the fumes that pollute the work zone air in covered-electrode welding, as well as system for calculation of the required ventilation air exchange. They can be applied to calculate the content of harmful materials in the work zone air when using different types of ventilation (local and common), and select the type of the ventilation system for welding under different conditions.

Поступила в редакцию 26.10.2010

## ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ



**Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины**  
**А. Н. Кислица** (Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины) защитил 22 декабря 2010 г. кандидатскую диссертацию на тему «Микроплазменное

напыление с использованием проволочных электродов». В ней установлены основные технологические особенности процесса микроплазменного напыления из проволочных материалов и определены факторы, оказывающие наибольшее влияние на процесс напыления и свойства покрытий.

Расчетно-теоретический анализ процесса диспергирования расплава материала нейтральной проволоки в условиях микроплазменного напыления показал, что условием отрыва капли расплава с торца нейтральной проволоки является необходимая скорость микроплазменной струи, которая зависит от свойств материала проволоки, главным образом от поверхностного натяжения ее расплава и для  $\sigma = 0,914 \dots 2,3$  Дж/м<sup>2</sup> составляет 270...430 м/с. Это соответствует устанавливаемому расходу плазмообразующего газа в пределах 100...300 л/ч. Данные расхода плазмообразующего газа приводят к турбулентному характеру истечения плазменной струи ( $Re = 5000 \dots 9000$ ).

Диаметр проволоки и скорость ее подачи в зону дуги при МПН зависят от теплофизических свойств ее материала, которые определяют ее стабильное плавление в зоне дуги. В случае применения проволок W, NiCr, Ti диаметр проволоки составляет 0,2...0,4 мм, а скорость подачи — 3...6 м/мин.

Определены ВАХ микроплазмотрона с выносным анодом и защитным соплом для условий микроплазменного напыления из проволочных материалов. Исследовано влияние технологических параметров на КПД плазмотрона, который достигает 73 %, а температура плазмы при этом — 17700 К.

Степень влияния различных факторов процесса распыления проволоки на средний размер частиц для различных материалов при диспергировании расплава проволоки плазменной струей, а также на КИМ определена с применением метода планирования многофакторного эксперимента. Математическая обработка полученных данных позволила получить линейные регрессионные модели, показывающие влияние наиболее существенных параметров процесса (силы тока, расхода плазмообразующего газа, дистанции напыления, скорости подачи проволоки) на формирование струи частиц напыляемого материала и комплекса характеристик покрытий из W, NiCr и Ti в условиях микроплазменного напыления с использованием проволочных материалов.

Для условий микроплазменного напыления из проволочных материалов определены скорость частиц напыляемого материала, которая зависит от силы тока и расхода плазмообразующего газа и обратно пропорциональна удельному весу распыляемого материала. Скорость достигает для Ti-частиц — 75, NiCr-частиц — 70, W-частиц — 45 м/с.

Проведено исследование фигуры металлизации для МПН с использованием NiCr-проволоки. Установлено, что профиль фигуры металлизации описывается распределением Гаусса. Диаметр пятна напыления составляет 5...10 мм, угол раскрытия струи находится в пределах 4,6...9,4°, что сравнимо с данными для ламинарных плазменных струй, и, вероятно, связано с наличием обжимающей струи защитного газа. Показано, что в связи с возможностью сокращения дистанции напыления при проволочном МПН до 40...60 мм достигается пониженное содержание в покрытиях оксидных и нитридных фаз. Так, для Ti-покрытия минимальные значения составили O<sub>2</sub> — 0,88, N<sub>2</sub> — 0,57 %.

В результате установления возможности управления макропористостью Ti-покрытий при проволочном МПН, соответствия значения их сцепления с основой из Ti-сплава на отрыв ( $25,6 \pm 4,6$  МПа)



и на сдвиг ( $24,2 \pm 3,5$  МПа), требованиям ASTM C633, а также данным испытаний этих покрытий *in-vivo*, показана эффективность их применения при изготовлении эндопротезов различного назначения (тазобедренных, дентальных и др.).



**Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины**  
**И. А. Рябцев** (Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины) защитил 2 февраля 2011 г. докторскую диссертацию на тему «Восстановление и упрочнение методами наплавки деталей, эксплуатирующихся в ус-

ловиях изнашивания и различных видов циклических нагрузок».

Диссертация посвящена разработке теоретических представлений о наплавляемой детали как многослойной конструкции, каждый из слоев которой имеет свое функциональное назначение и вносит свой вклад в напряженно-деформированное состояние детали в целом и влияет на ее эксплуатационные свойства, срок службы и возможность многократной восстановительной наплавки.

На основе современных моделей вязкопластического неизотермического течения, термокинетических диаграмм распада переохлажденного аустенита наплавленного и основного металлов с использованием численного метода конечных элементов разработана методика расчета остаточного напряженно-деформированного и структурного состояния цилиндрических и плоских деталей при одно- и многослойной наплавке и их влияния на усталостную прочность при циклических механических или термомеханических нагрузках. Расчеты подтверждены испытаниями термической и механической усталостной прочности наплавленных образцов и деталей.

Разработана методика и проведен расчет напряженно-деформированного и структурного состояния в процессе наплавки и эксплуатационных циклических термических нагрузок деталей типа прокатных валков, наплавленных инструменталь-

ной сталью, без и с пластичным подслоем. Расчетами установлено, что наплавка с пластичным подслоем обеспечивает снижение на 25...30% напряжений в наиболее нагруженном наружном рабочем слое, в результате чего примерно на 35% повышается термическая стойкость наплавленной детали. Экспериментальные исследования термической стойкости наплавленных образцов подтвердили результаты расчетов. Для управления структурой и свойствами наплавленного металла предложено использовать эффект структурной наследственности в системе электродный (присадочный) материал–сварочная ванна–наплавленный металл. Установлено, что при дуговой наплавке на структуру и износостойкость наплавленного металла влияет способ подготовки шихтовых материалов и их структура. При одинаковом химическом составе в структуре металла, наплавленного проволокой с шихтой из порошков ферросплавов, в том числе высокоуглеродистого феррохрома, содержание карбидов приблизительно 1,2...1,3 раза больше, чем в структуре металла, наплавленного проволокой с шихтой из предварительно выплавленного и распыленного высоколегированного порошка. Эффект структурной наследственности предложено использовать для измельчения структуры и увеличения термической стойкости износостойкого наплавленного металла типа инструментальных сталей за счет введения в шихту наплавочных порошковых проволок ультрадисперсных эвтектических карбидных композиций основных легирующих элементов хрома, вольфрама, ванадия и др.

Проведенные исследования позволили разработать новые высокоэффективные наплавочные материалы и технологии наплавки деталей, эксплуатирующихся в условиях изнашивания и циклических механических или термомеханических нагрузок. Разработанные материалы и технологии наплавки прошли опытно-промышленную проверку и используются на горно-обогатительных комбинатах и металлургических предприятиях Украины.