



## ИНФОРМАЦИОННО-РАСЧЕТНАЯ СИСТЕМА ГИГИЕНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СВАРОЧНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ

О. Г. ЛЕВЧЕНКО, д-р техн. наук, В. В. САВИЦКИЙ, канд. техн. наук, А. О. ЛУКЬЯНЕНКО, инж.  
(Ин-т электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины)

В компьютерной системе представлены показатели уровней выделений и химического состава аэрозолей, загрязняющих воздух рабочей зоны при сварке покрытыми электродами, а также система расчета необходимого воздухообмена вентиляции. С их помощью можно рассчитывать содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны при применении разных видов вентиляции (местной и общеобменной), а также выбирать вид системы вентиляции при сварке на различных режимах.

*Ключевые слова:* дуговая сварка, покрытые электроды, гигиенические характеристики, сварочные аэрозоли, прогнозирование, вентиляция

Основным средством защиты рабочих от сварочных аэрозолей (СА), загрязняющих воздух производственных помещений, при электродуговой сварке является вытяжная механическая вентиляция. Эффективность удаления СА с рабочего места зависит от правильного выбора вида системы вентиляции и ее производительности, которая рассчитывается на основе экспериментальных данных по интенсивности выделений компонентов СА.

В настоящей работе рассматривается созданная компьютерная информационно-расчетная система (ИРС), позволяющая получать информацию о показателях уровней выделений вредных компонентов СА при ручной дуговой сварке на различных режимах, прогнозировать концентрацию СА и газов (оксида углерода и диоксида азота) в воздухе рабочей зоны, а также рассчитывать требуемый воздухообмен и выбирать вид системы вентиляции.

Основные функции ИРС «Гигиена сварки»:

ввод и редактирование информации об исходных данных и гигиенических показателях сварочных электродов;

хранение и отображение информации;

поиск необходимой информации;

прогнозирование концентрации СА, марганца, оксида углерода и диоксида азота в воздухе рабочей зоны в зависимости от режима сварки и расстояния до сварочной дуги;

расчет показателей воздухообмена вентиляции, т. е. количества воздуха, необходимого для разбавления вредных веществ в воздухе рабочей зоны до предельно допустимых концентраций (ПДК);

выдача рекомендаций о выборе системы вентиляции или средства индивидуальной защиты органов дыхания.

В состав ИРС входят следующие подсистемы: выбор марки электрода; выбор режима сварки; выбор условий сварки (без вентиляции, с общеобменной или местной вентиляцией).

По сравнению с известными информационными системами [1–4] в разработанной нами ИРС «Гигиена сварки» более полно и в доступной форме представлена информация об исходных характеристиках сварочных электродов (назначение, вид покрытия, род тока, режим сварки) и общих показателях уровней выделений СА: интенсивности образования ( $V_a$ , г/мин), удельного выделения ( $G_a$ , г/кг), коэффициента интенсивности образования ( $\beta_a$ , г/(кВт·ч)) и коэффициента удельного выделения ( $\gamma_a$ , г/(кВт·кг)). В системе представлены данные об экспериментальных и расчетных концентрациях СА в воздухе рабочей зоны на различных расстояниях до сварочной дуги при наличии общеобменной, местной вентиляции и без нее, по которым осуществляется выбор наиболее эффективной системы вентиляции. ИРС позволяет провести гигиеническую оценку известных марок покрытых электродов для сварки низкоуглеродистых и низколегированных сталей и в итоге дать рекомендации по выбору соответствующих систем вентиляции (местной или общеобменной).

База данных ИРС «Гигиена сварки» содержит также информацию о качественных показателях выделений СА: их химическом составе для низкоуглеродистых, низколегированных, среднелегированных и высоколегированных сталей. Вместе с тем в ней представлены результаты исследований зависимостей концентрации СА, марганца как определяющего токсичного компонента при сварке низкоуглеродистых и низколегированных сталей [5], а также газов (оксида углерода и оксидов азота), характерных для сварки электродами, не содержащими в своем покрытии фторидов. Данные зависимости используются компьютерной системой для выбора вида системы вентиляции,



Рис. 1. Выходной документ ИРС «Гигиена сварки»

обеспечивающей содержание СА согласно нормативным требованиям [6].

Поиск информации в базе данных осуществляется по заданной марке сварочного электрода. Результат поиска оформляется в виде выходного документа (рис. 1).

По результатам работы компьютерной системы можно получить гигиенические показатели, характеризующие химический состав, уровень выделений СА, а также с учетом ПДК вредных веществ рассчитывать требуемый воздухообмен общеобменной вентиляции. Последний представлен в виде двух показателей: первый — количество вентилируемого воздуха в расчете на килограмм израсходованных на сварку электродов ( $Q_m$ , м<sup>3</sup>/кг), второй — то же за единицу времени сварки ( $Q_r$ , м<sup>3</sup>/ч). По значениям этих показателей ИРС позволяет выполнить сравнительную гигиеническую оценку сварочных электродов разных марок, в том числе отечественных электродов с зарубежными, используя показатель  $Q_r$ .

Концентрацию марганца в воздухе рабочей зоны можно получить расчетным путем по данным интенсивности его образования, используя полученные в работе [5] графические и аналитические зависимости. Для этого в составе базы данных системы «Гигиена сварки» представлена графическая информация (рис. 2), позволяющая в зависимости от условий вентиляции (общеобменной, местной или без вентиляции), режима сварки и расстояния от дуги  $L$  определить концентрацию марганца ( $C_{Mn}$ ) в требуемой точке.

Кроме того, в правой части окна ИРС (рис. 2) представлена текстовая информация о рекомендациях по нормализации содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Эти рекомендации определяют в каких случаях можно использовать общеобменную вентиляцию, а в каких местную, что зависит от марки электрода, параметров режима сварки и расстояния от сварочной дуги до требуемой точки. Если на рабочем месте отсут-

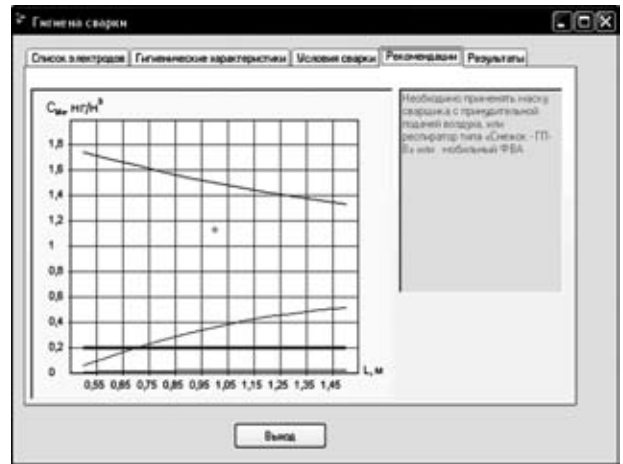


Рис. 2. Графические зависимости ИРС и рекомендации по выбору вида системы вентиляции и (или) средства индивидуальной защиты органов дыхания

твует устройство местной вентиляции, ИРС предлагает применять автономный фильтровентиляционный агрегат. Если и местная вентиляция не обеспечивает содержание вредных веществ в данной точке до ПДК, то предлагается применять средства индивидуальной защиты органов дыхания (фильтрующий респиратор или защитную маску сварщика с системой подачи очищенного воздуха в зону дыхания).

Вместе с тем как альтернатива графические зависимости, представленные в ИРС (рис. 2), показывают как и насколько можно уменьшить воздействие СА на организм присутствующих возле сварочного поста рабочих путем изменения параметров режима сварки и расстояния до сварочной дуги этих рабочих.

Данная система будет полезна для специалистов сварочного производства и служб охраны труда предприятий, применяющих дуговую сварку. Она обеспечит их систематизированной информацией о гигиенических характеристиках сварочных электродов с целью выбора наименее опасных марок, позволит осуществлять адекватный выбор систем вентиляции для рабочих мест и индивидуальной защиты органов дыхания. В результате это позволит повысить уровень защиты рабочих сварочных профессий и снизить риск развития их профессиональной заболеваемости.

1. Информационно-поисковая система гигиенических характеристик сварочных аэрозолей / В. Ф. Демченко, О. Г. Левченко, В. А. Метлицкий, С. С. Козлитина // Свароч. пр-во. — 2001. — № 8. — С. 41–45.
2. Полукаров О. И., Кружилько О. Е., Полукаров Ю. О. Використання інформаційно-аналітичної системи при плануванні працезохоронних заходів у зварювальному виробництві // Сварщик. — 2006. — № 2. — С. 42–44.
3. Machaczek S., Matusiak J. Katalog charakterystyk materialow spawalniczych pod wzgledem emisji zanieczyszczen. — Gliwice: Instytut Spawalnictwa, 1994. — 63 S.
4. Programy Komputerowe dla potrzeb spawalnictwa. — Gliwice: Instytut Spawalnictwa, 1994. — 40 S.



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)