

$$\Delta t_c = \frac{1}{K_4} \cdot (T_1 \cdot \frac{d\Delta t}{d\tau} + \Delta t - K_{10} \cdot \Delta Q_{\text{выд}}), \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Производная приращения средней температуры теплоносителя по времени

$$\frac{d\Delta t_c}{d\tau} = \frac{1}{K_4} \cdot (T_1 \cdot \frac{d^2\Delta t}{d\tau^2} + \frac{d\Delta t}{d\tau} - K_{10} \cdot \frac{d\Delta Q_{\text{выд}}}{d\tau}), \text{ } ^\circ\text{C}/\text{с}.$$

Подставляя найденные значения  $\Delta t_c$  и  $\frac{d\Delta t_c}{d\tau}$  в (14) получим искомое

дифференциальное уравнение системы «помещение – теплообменник» при возмущениях со стороны изменения расхода теплоносителя через теплообменник и со стороны изменения количества выделенного (поглощаемого) в помещении тепла.

$$T_3^2 \frac{d^2\Delta t}{d\tau^2} + 2 \cdot \zeta \cdot T_3 \frac{d\Delta t}{d\tau} + \Delta t = K_{12} \cdot \Delta D_1(\tau - \tau_0) + K_{13} \cdot (T_2 \cdot \frac{d\Delta Q_{\text{выд}}}{d\tau} + \Delta Q_{\text{выд}}), \text{ } ^\circ\text{C},$$

где

$$K_{12} = \frac{K_4 \cdot K_{11}}{1 - K_4 \cdot K_7}; \quad K_{13} = \frac{K_{10}}{1 - K_4 \cdot K_7}.$$

Параметры  $T_3$ ,  $\zeta$ ,  $\tau_0$  имеют те же расчетные формулы, что и в уравнении (12).

УДК 621.791.754

### ПРИРАЩЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ В ТОЧКЕ КОНТАКТА КАПЛИ РАСПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА С ПОВЕРХНОСТЬЮ СВАРИВАЕМОГО ИЗДЕЛИЯ ПРИ СВАРКЕ В $\text{CO}_2$

С.Б. Сапожков, В.Т. Федько

Филиал Томского политехнического университета, г. Юрга

Существенным недостатком способа сварки в  $\text{CO}_2$  является повышенное разбрызгивание металла и связанное с ним набрызгивание поверхности свариваемых изделий, сборочно-сварочных приспособлений и деталей сварочной аппаратуры. Набрызгивание изделий, деталей сварочной аппаратуры и сборочно-сварочных приспособлений при сварке в углекислом газе увеличивает трудоемкость операции очистки их поверхностей от брызг расплавленного металла до 30 - 40 %, расход виброинструмента и энергии, что повышает себестоимость изготовления сварных конструкций.

Снижение набрызгивания обеспечивается тем, что поверхность металла, подлежащего сварке, покрывается защитным слоем или в виде экрана, или в виде раствора веществ - защитного покрытия, высыхающего перед сваркой и препятствующего сцеплению брызг с основным металлом.

Эффективная защитная способность покрытий зависит от ряда предъявляемых к ним требований, одним из главных следует считать термостойкость компонентов покрытия, достаточность которой зависит от характера взаимодействия брызг расплавленного металла с поверхностью свариваемого изделия. Характер этого взаимодействия зависит, в свою очередь, от количества тепла, содержащегося в капле в момент контакта, и изменения температуры капли с течением времени.

До настоящего времени в литературных источниках теплоотдача каплей в свариваемый металл практически не рассматривалась. Поэтому была сделана попытка расчетным путем, используя методику, представленную в работах [1,2,3], установить теплоотдачу капли в свариваемый металл в момент их контакта (рис. 1):

$$\Delta T = \frac{2 Q t}{c_p} \cdot \frac{e^{-R_k^2 / \left[ 4 a \left( t + \frac{1}{4 a k} \right) \right]}}{4 \pi a \left( t + \frac{1}{4 a k} \right)} \cdot \frac{e^{-z^2 / (4 a t)}}{(4 \pi a t)^{1/2}}, \quad (1)$$

где  $\Delta T$  - приращение температуры в рассматриваемой точке,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $Q$  - теплота, содержащаяся в капле в месте контакта с поверхностью свариваемого металла (энтальпия  $\Delta H$ ), Дж;  $c_p$  - произведение теплоемкости на плотность материала капли, Дж/град  $\text{см}^3$ ;  $R_k$  - радиальное расстояние от рассматриваемой точки до оси отпечатка капли (радиус отпечатка капли), см;  $a$  - коэффициент температуропроводности,  $\text{см}^2/\text{с}$ ;  $t$  - время, отсчитываемое с момента введения теплоты, с;  $Z$  - глубина, на которую распространяется теплота, см;  $k$  - коэффициент сосредоточенности теплового потока капли, равный  $(3,46/d_k)^2$  ( $d_k$  - диаметр рассматриваемой капли, см).

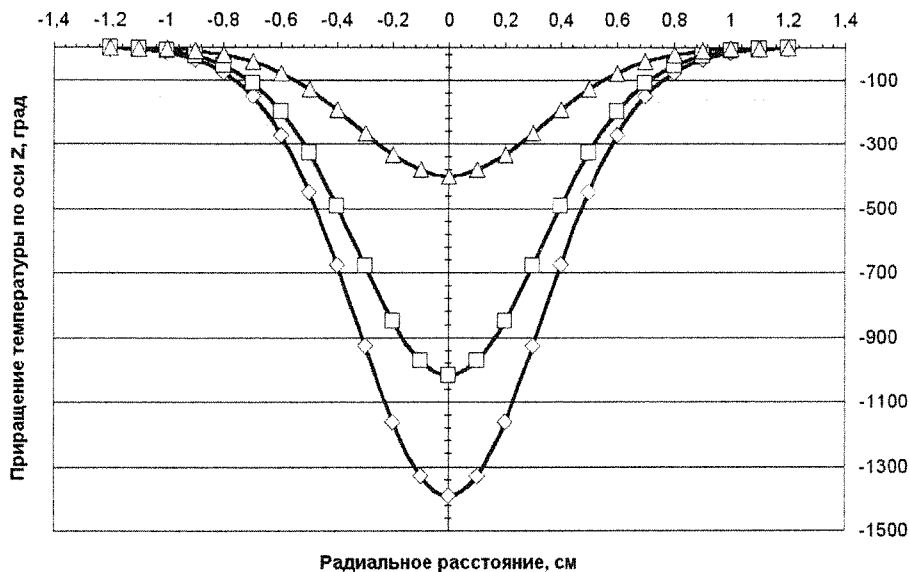


Рис.1.

Однако сложность вывода расчетного выражения заключается в отсутствии расчетной схемы контактного процесса. Поэтому построение этой схемы являлось целью данной работы.

Рассматривая теплоотдачу капли в свариваемый металл в месте их контакта, можно прийти к выводу, что приращение температуры в точке контакта можно описать как

приращение температуры в точках полубесконечного тела в случае действия мгновенного нормально кругового источника (рис. 2).

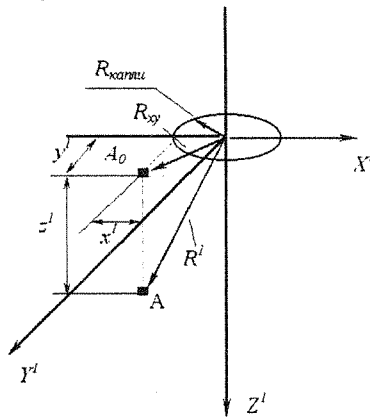


Рис.2.

Однако данная схема не учитывает теплового воздействия сварочной дуги на точку контакта. Поэтому, принимая сварочную дугу как сосредоточенный источник теплоты в полубесконечном теле и с учетом распределенного источника теплоты (капля) была получена расчетная схема для построения приращения температуры по месту контакта (точка А) капли расплавленного металла с поверхностью свариваемого изделия (рис. 3).

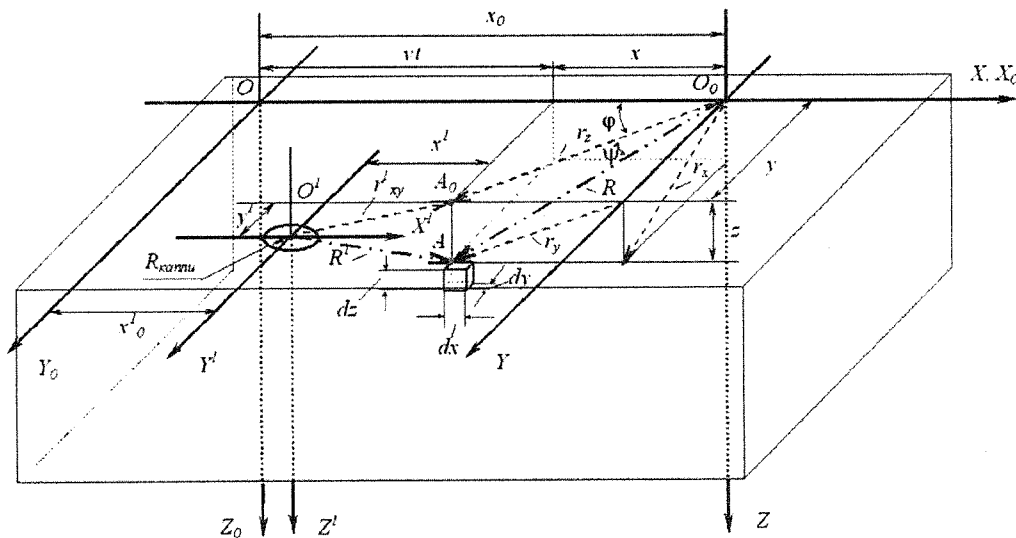


Рис.3.

### Литература:

1. Фелько В.Т. Тепловое взаимодействие брызг (капель) расплавленного металла с поверхностью деталей при сварке в  $CO_2$  // Сварочное производство, 1993, № 11/12.
2. Фелько В.Т., Сапожков С.Б. Исследование температурных полей в зоне контакта капель (брызг) расплавленного металла с поверхностью свариваемого металла // Сварочное производство, 1998, № 10.
3. Рыкалин Н.Н. Расчеты тепловых процессов при сварке: Учеб. пособие для машиностроительных вузов. - М.: Машгиз, 1951.