

МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ ПОРОШКОВОГО ПОКРЫТИЯ В ПРОЦЕССЕ ВОЛОЧЕНИЯ

А.Г. Бельский

Гомельский политехнический институт им. П.О. Сухого, Беларусь

Из анализа существующих гипотез соединения металлов в твердом состоянии можно прийти к выводу, что для протекания процесса схватывания необходимо сблизить контактирующие поверхности на расстояния, соизмеримые с параметрами кристаллической решетки, увеличить активность частиц кристаллической решетки путем давления и увеличения температуры, а также создать условия для протекания пластической деформации в зоне контакта.

При волочении захват и увлечения порошка в рабочую зону волоки происходит за счет сил трения, возникающих между движущейся проволокой и порошкообразным материалом. Пластическая деформация частиц порошка происходит на протяжении всей зоны уплотнения и деформации. В начальный момент увеличение плотности формируемого покрытия осуществляется в основном за счет межчастичного сдвига. Доля пластической деформации в уплотнении на этом этапе мала. Однако при достижении порошкообразным материалом плотности утряски, дальнейшее его уплотнение осуществляется в основном за счет деформации частиц. Протекание пластической деформации в зоне контакта приводит к схватыванию отдельных частиц порошка. При достижении в материале сердечника напряженного состояния, когда интенсивность напряжений будет равна пределу его текучести, начинается также пластическая деформация проволоки. При этом происходит схватывание между частицами порошка и протягиваемым изделием.

В результате деформации частиц и протягиваемой проволоки происходит увеличение их поверхности. Относительное увеличение поверхности частицы порошка вследствие протекания пластической деформации можно рассчитать по зависимости

$$\Delta = 1,5 (16 / 9\pi)^{1/3},$$

а относительное увеличение площади боковой поверхности проволоки в результате пластической деформации по отношению к исходной

$$\Delta = \sqrt{\mu},$$

где μ - вытяжка, характеризующая степень деформации.

Следовательно, при формировании покрытия из порошкообразного материала на длинномерном изделии в процессе волочения происходит увеличение площадей контактирующих тел, что приводит к разрушению окисных пленок и появлению ювенильных поверхностей. Эти явления способствуют протеканию процесса соединения металлов в твердом состоянии.

Увеличение активности атомов кристаллической решетки при нанесении покрытия происходит также благодаря повышению температуры в зоне контакта. В процессе волочения вся работа деформации, как и работа сил трения, превращается в тепло, что приводит к значительному повышению температуры материалов проволоки и порошка.

Это облегчает протекание пластической деформации и соединение контактируемых тел в твердом состоянии.

При формировании покрытия на проволоку в процессе волочения плотность порошкового материала изменяется от состояния насыпки до состояния компактного материала. Длинномерное изделие при своем движении стремится увлечь порошок в зону рабочего конуса волокна. Так как поверхность проволоки имеет шероховатость, которая характеризуется глубиной рисок, то для вывода условия увлечения порошка проволокой принимается модель, когда частицы порошка имеют сферическую форму, а риски - прямоугольную. Рассматривая условие прочности на срез частицы порошка, получена зависимость для определения требуемой глубины рисок h_p

$$h_p = r \{ 1 - [1 - 4(\sigma_\phi / \pi [\tau])^2]^{0,5} \},$$

где r - радиус сферы частицы;

σ_ϕ - истинное значение предела текучести порошкового материала;

$[\tau]$ - допускаемое напряжение на срез материала порошка.

Истинное значение предела текучести порошкового материала определяется по зависимости:

$$\sigma_\phi = n_\tau n_v (D_k^2 - d^2)^m v_k^m \sigma_{TC} / (D_x^2 - d^2)^m,$$

где n_τ , n_v - коэффициенты, учитывающие соответственно влияние температуры и скорости деформации;

D_k , D_x - диаметры волокна соответственно в сечениях, где порошковый материал достигает плотности компактного материала и текущем положении;

v_k - относительная плотность компактного порошкового материала;

m - показатель, изменяющийся от 3 . . . 5 .