

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ МЕХАНИЗИРОВАННОГО ДИФФУЗИОННОГО НАМОРАЖИВАНИЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СОЕДИНЕНИЯ НАПЛАВЛЕННОГО СЛОЯ С ЗАГОТОВКОЙ

Г.И. Анискович, канд. техн. наук, доцент

УО «БГАТУ»

(г. Минск, Республика Беларусь)

Influence of parameters of mechanized diffusional freezing on the forming of metalcovering and firmness of its coupling with metal of the procurement

The methods of speed basis concerning the transferense of procurement in the fuse of the alloy was worked aut, there was determined the optimal significanse of the basic technological parameters of mechanized diffusional freezing.

Соединение наплавленного металла с заготовкой в процессе механизированного диффузионного намораживания происходит за счет образования внутренних (межатомных) связей между соединяемыми поверхностями. При этом величина прочности сцепления в получаемом биметаллическом изделии, в основном, определяется характером и полнотой протекания контактных металлургических процессов взаимодействия первоначально на границе раздела "основной металл – расплав флюса" и в последующем в системе "основной металл – флюс – расплав присадочного сплава".

Взаимодействие на границе раздела "основной металл – расплав флюса" осуществляется при флюсовании и активации поверхности заготовки, подлежащей наплавке. Флюсованием, протекающим в определенном интервале температур, удаляются имеющиеся на поверхности заготовки неметаллические пленки, получившиеся вследствие действия на нее внешней среды. Защита подготовленной к наплавке активированной поверхности заготовки от возможности повторного окисления обеспечивается слоем покрывающего ее расплава флюса. Сопротивление процессу стекания расплава флюса может быть описано известным законом Ньютона о течении вязкой жидкости. Условие, при котором флюс, не стекая, удерживается на вертикально расположенной поверхности заготовки, имеет следующий вид:

$$F_A - F_T - F_B = 0, \quad (1)$$

где F_A – адгезия расплава флюса к поверхности заготовки; F_T – сила тяжести слоя флюса; F_B – сила внутреннего трения (вязкости) расплава флюса.

Преобразовав выражение (1), получим зависимость по определению минимальной величины вязкости флюса, при которой он будет удерживаться на вертикальной стенке

$$\eta = \frac{h^2 \rho_\phi \cdot g}{V_\phi} - \frac{h \cdot \sigma_\phi \cdot (1 + \cos\theta_\phi)}{V_\phi \cdot S}, \quad (2)$$

где η – динамическая вязкость флюса, Па·с; h – толщина слоя флюса, м; ρ_ϕ – плотность расплава флюса, кг/м³; g – ускорение свободного падения, м/с²; V_ϕ – допустимая скорость движения (стекания) флюса, м/с; σ_ϕ – поверхностное натяжение расплава флюса, Н/м; θ_ϕ – угол смачивания расплавом флюса поверхности заготовки; S – площадь поверхности заготовки, покрытая флюсом, м².

В процессе взаимодействия в системе «основной металл – флюс – расплав присадочного материала» находящийся на образованной в ходе первого этапа процесса намораживания активной межфазной границе вязкий флюс замещается расплавом присадочного сплава.

Возможность и интенсивность процесса вытеснения флюса и смачивания расплавом присадочного материала наплавленной поверхности зависит от соотношения взаимодействующих сил в рассматриваемой системе. При погружении вертикальной поверхности в расплав металла слой флюса испытывает касательные напряжения, сдвигающие его относительно заготовки вверх. Этому способствует капиллярная сила смачивания расплава металла наплавленной поверхности (F_K) и выталкивающая сила (F_D), действующая на погруженный в расплав объем флюса. Тормозят процесс вытеснения флюса силы его вязкого сопротивления (F_B) и адгезии к поверхности заготовки (F_A). Схема к расчету скорости вытеснения флюса с вертикальной поверхности заготовки при ее погружении в расплав присадочного материала представлена на рисунке 1.

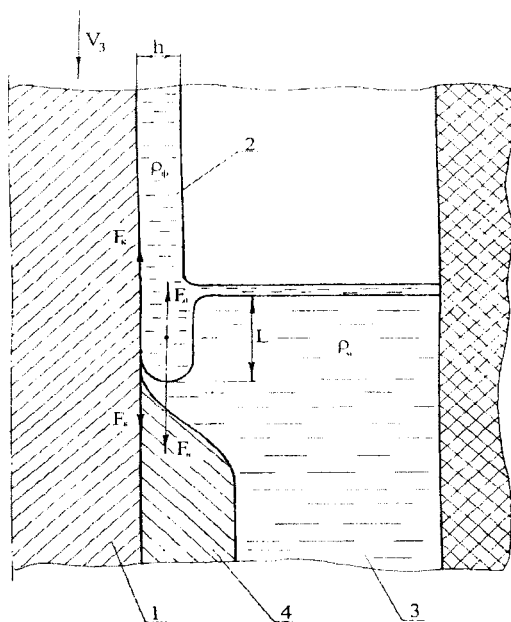


Рис. 1. Схема к расчету скорости вытеснения флюса с вертикальной поверхности заготовки при ее погружении в расплав присадочного сплава: 1 – заготовка; 2 – слой расплава флюса; 3 – расплав присадочного сплава; 4 – слой наможенного сплава

Условие равномерного движения флюса при его вытеснении с наплавляемой поверхности в ламинарном режиме имеет вид

$$F_A + F_B - F_D - F_K = 0, \quad (3)$$

После преобразования выражения (3) получим уравнение по определению скорости вытеснения флюса с поверхности заготовки при ее погружении в расплав присадочного материала

$$g_\phi = h \cdot \frac{(\rho_m - \rho_\phi) \cdot g \cdot h \cdot L + \sigma_m \cdot (1 + \cos\theta_m) - \sigma_\phi \cdot (1 + \cos\theta_\phi)}{\eta \cdot L}, \quad (4)$$

где ρ_m – плотность расплава металла, кг/м³; L – высота слоя флюса погруженного в расплав металла, м; σ_m – поверхностное натяжение расплава металла, Н/м; θ_m – угол смачивания поверхности заготовки расплавом металла.

Исходя из условия необходимости равномерного и непрерывного последовательного вытеснения флюса и смачивания расплавленным металлом наплавляемой поверхности, можно заключить, что максимальная величина скорости погружения заготовки в расплав не должна превышать скорости вытеснения флюса. В то же время скорость погружения заготовки должна быть такой, чтобы общее время нахождения в расплаве металлов отдельных участков заготовки не превышало максимально допустимого, называемого критическим, при достижении которого произойдет оплавление замороженного слоя. С учетом этого установлена зависимость по определению оптимального интервала значений скорости погружения заготовки в расплав присадочного металла

$$\frac{2H}{t_{кр}} < V_3 \leq h \frac{(\rho_m - \rho_f) \cdot g \cdot h \cdot L + \sigma_m \cdot (1 + \cos\theta_m) - \sigma_f \cdot (1 + \cos\theta_f)}{\eta \cdot L}, \quad (5)$$

где V_3 – скорость погружения заготовки в расплав металла, м/с; $t_{кр}$ – критическое время нахождения заготовки в расплаве, с; H – глубина погружения заготовки в расплав, м.

Зависимость (5) может быть использована для обоснования скорости погружения заготовки в расплав присадочного материала при механизированном диффузионном намораживании, обеспечивающем получение замороженного слоя и максимальную величину прочности его соединения с основным металлом заготовки за счет полного вытеснения флюса с наплавляемой поверхности.

Экспериментальные исследования влияния вязкости флюса, удерживающегося на активированной поверхности заготовки, скорости погружения и продолжительности выдержки заготовки в расплаве присадочного сплава на формирование намораживаемого металлопокрытия и величину прочности его соединения с основным металлом показали, что оптимальные защитные свойства обеспечиваются флюсами с вязкостью не ниже 1,0 Па·с. Расплавы флюсов такой вязкости хорошо смачивают активируемую поверхность и удерживаются на ней сплошным слоем.

Установлено, что флюсы с вязкостью 1,0 – 2,3 Па·с достаточно полно вытесняются с наплавляемой поверхности, тем самым способствуя образованию монолитного соединения основного и наплавленного металлов, при скорости погружения заготовки в расплав в пределах 0,05 – 0,2 м/с. Причем оптимальные условия получения монолитного соединения в биметаллическом соединении обеспечиваются при соответствии вязкости применяемого флюса и

скорости погружения заготовки. Минимальному значению указанного интервала вязкости флюса соответствует весь интервал значений скорости погружения. С увеличением вязкости флюса и высоты наплавляемого слоя оптимальный интервал значений скорости погружения заготовки в расплав сужается.

На основании результатов исследований разработана номограмма (рис. 2) определения интервала оптимальной скорости погружения заготовки в расплав V с учетом температуры активации T_a , состава применяемого флюса Φ и вязкости η его расплава, толщины заготовки S и высоты наплавки (глубины погружения заготовки в расплав) L , продолжительности контакта τ заготовки и расплава металла.

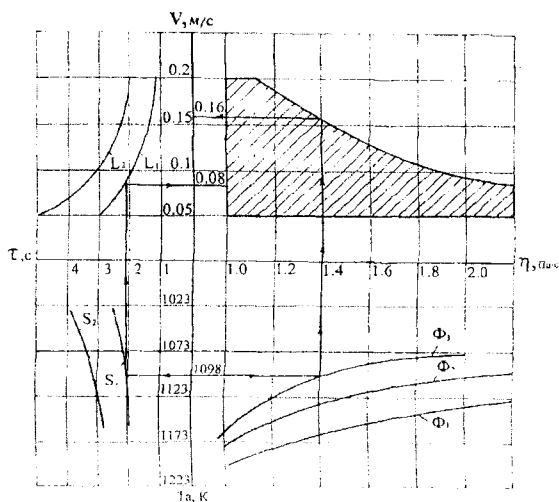


Рис. 2. Номограмма по определению интервала оптимальных значений скорости погружения заготовки в расплав

Пользуясь номограммой, первоначально определяют, в зависимости от температуры активации T_a и η вязкости применяемого для активации флюса Φ , верхнюю границу интервала оптимальных значений скорости погружения заготовки в расплав. Минимальное значение интервала определяется по величине критического времени для определенной температуры T_a , толщины заготовки S и высоты наплавки L .