УДК 621.793.7
Єршов А.В. [1], Зеленіна О.А. [2]
[1] д-р техн. наук, професор НУ ««Запорізька політехніка», Запоріжжя
[2] ст. лаборант НУ ««Запорізька політехніка», Запоріжжя

ВПЛИВ ОКСИДІВ У ЗОНІ КОНТАКТУ НА МІЦНІСТЬ ЗЧЕПЛЕННЯ ПЛАЗМОВОГО ПОКРИТТЯ

Процес взаємодії частинки покриття з основою протікає під час розтікання й охолодження частинки. Процес утворення зв'язку атомів залежить від температури та тривалості взаємодії в зоні контакту. Величина відносної міцності зчеплення при утворюванні зв'язку атомів між ювенільними контактуючими поверхнями оцінюється за формулою кінетики хімічної взаємодії поверхневих атомів

$$\frac{\sigma}{\sigma_O} = 1 - \exp[-\frac{\nu\tau}{\exp(E_a / kT_K)}],$$

де σ і σ_o - міцність зчеплення покриття і міцність основи на розтягування; ν - частота власних коливань атомів; τ – час теплового контакту при контактній температурі $T_к$; E_a - енергія активації атомів основи; k- стала Больцмана.

Величина контактної температури визначається при спільному вирішенні рівнянь нестаціонарної теплопровідності частинки і підкладки за умови нерозривності теплового потоку в зоні контакту. При контакті напівбезкінечних середовищ величина контактної температури визначиться формулою:

$$t_к = \frac{t_1 + t_2 \cdot B}{1 + B},$$

де t_1 і t_2 – температури частинки покриття і основи, відповідно. Було показано,шо температури частинки покриття дорівнює температурі кипіння металу. Коефіцієнт $B = \sqrt{\rho_2 c_2 \lambda_2 / \rho_1 c_1 \lambda_1}$ залежить від співвідношення величин теплопровідності - λ, густини - ρ і теплоємності - c для підкладки і падаючої частинки покриття. Тут і нижче теплофізичні коефіцієнти основи позначаються індексом – «2», а коефіцієнти частинки покриття – індексом «1». Оскільки звичайно $t_2 << t_1$, то при зменшенні коефіцієнта B, величина $t_к$ зростає. При розрахунках слід враховувати відмінність теплопровідності рідкої частинки покриття і твердої фази металу основи. Довжина теплової

хвилі, на якій охолодження частинки складе 1% від температури охолодження її на поверхні контакту, визначиться у вигляді:

$$\delta_1 = \sqrt{3{,}6a_1\tau}\ .$$

Розрахунки відносної міцності зчеплення в залежності від товщини деформованої частинки та температури контакту показано на рис.1.

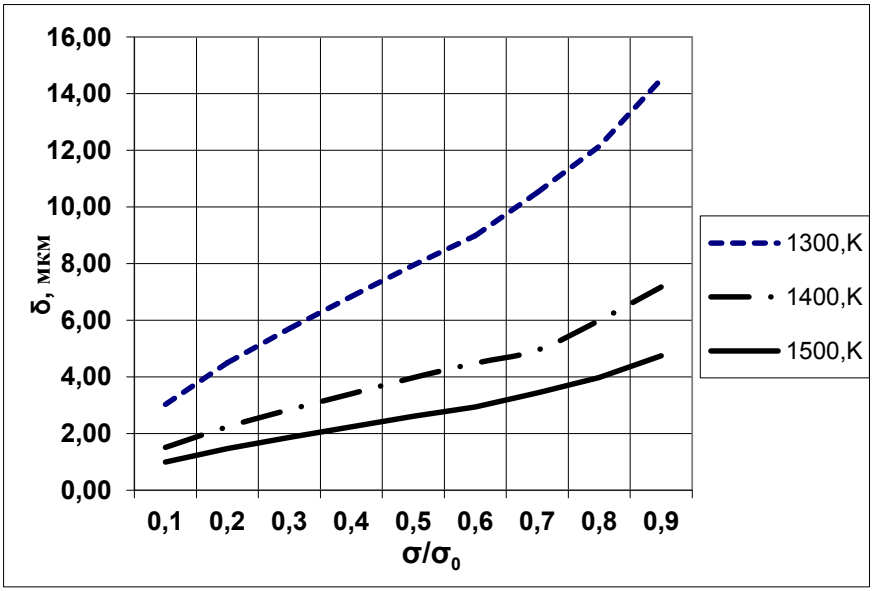

Рис. 1. Товщина деформованої частинки, необхідна для забезпечення відносної міцності зчеплення з підкладкою залежно від температури контакту

Середня товщина деформованих частинок покриття на основі знаходиться в межах 10-15 мкм, а розрахункова міцність зчеплення практично дорівнює міцності матеріалу підкладки. Проте, результати вимірів показують, що реальна міцність зчеплення у 10-12 разів нижче вказаної величини і наближена до міцністю оксидного шару. Наявність оксидів у зоні контакту на порядок величини зменшує міцність зчеплення плазмового покриття з основою.