

Соловійова Д. В., ст. гр. МЕТ-14-2д, Кругляк І. В., доц., к. т. н. – науковий керівник

## ТЕРМОДИНАМІЧНИЙ АНАЛІЗ РЕАКЦІЇ СВС-СИСТЕМ ОДЕРЖАНИХ БАГАТО-КОМПОНЕНТНИХ СИЛІЦІЙОВАНИХ ПОКРИТТІВ У РЕЖИМІ ГОРІННЯ

Запорізька державна інженерна академія, кафедра ОМТ

В роботі розглянуто термодинамічний аналіз реакцій СВС-систем при одержанні силіційованих покриттів. Одним з найперспективніших напрямів поліпшення експлуатаційних характеристик машин і агрегатів, що працюють в складних умовах зношування та дії агресивних корозійних середовищ, є нанесення на їх поверхню захисних покриттів на основі кремнію.

Формування багатокомпонентних силіційованих покриттів відбувається в умовах теплового samozapalennya або горіння порошкових середовищ, що містять газотранспортні домішки. Температура, що змінюється в часі, спочатку за рахунок зовнішнього прогрівання, а потім за рахунок запалювання веде до того, що ні теплова, ні хімічна рівновага до повного закінчення процесу і охолодження продуктів неможлива. Швидкості протікання хімічних процесів визначаються кінетичними закономірностями, залежними як від температури так і від дифузійних факторів. Розрахунок рівноважного складу продуктів виконували для початкової суміші, що складається з  $M$  речовин, що містять  $\ell$ -хімічних елементів. За фіксованих значень об'єму ( $V$ ) та температури ( $T$ ) з цих елементів в результаті хімічних реакцій можуть утворитися  $m_k$  речовин, присутніх в  $k = 0, 1 \dots q$  різних фазах. Набір речовин включає  $\ell$  атомарних  $i$  ( $m$ -l) молекулярних компонентів, реакції утворення яких, подано у формі рівнянь дисоціації:

$$\sum_j^{ik} M_{ik} \Leftrightarrow \sum_j a_{ikj} \cdot A_j, \quad (1)$$

де  $ik = 0, 1, \dots, m_k$  – номер продукту, що належить  $k$ -ої фази;  $j = 0, 1, \dots, \ell$  – номер хімічного елементу;  $a_{ikj}$  – число атомів  $j$ -го сорту в  $ik$ -ій речовині.

Математичне формулювання задачі зводиться до мінімізації термодинамічного потенціалу:

$$\sum_{ki_k}^{ni_k} F(n_{ik}) = \sum \sum n_{ik} \cdot (\ln N_k + G_{ik}) = \min [F(n_{ik})]. \quad (2)$$

Процес формування багатокомпонентних силіційованих покриттів у режимі горіння можна подати в наступному вигляді: На I стадії – стадії прогрівання, за рахунок підпалу СВС-суміші фронт реакції проходить відстань, що дорівнює зоні прогрівання. За проміжок часу  $(0 - \tau_1)$  покриття не утворюється. Відбувається дифузія пари йоду та хлору з шихти в зону прогрівання. Пари йоду та хлору реагують у цьому шарі з кремнієм, алюмінієм, хромом, відновленим з оксиду, й утворюються сполуки  $SiCl_2$ ,  $SiCl_3$ ,  $SiCl_4$ ,  $CrCl_2$ ,  $CrCl_3$ ,  $CrCl_4$ ,  $SiJ$ ,  $SiJ_3$ ,  $SiJ_4$ ,  $AlJ$ ,  $AlJ_2$ ,  $AlJ_3$ . На II стадії – стадії тепловиділення, відбувається розкладання йодидів і хлоридів на поверхні. За рахунок високого хімічного потенціалу, зумовленого градієнтом концентрації, починає формуватися дифузійний шар –  $\alpha$ -фаза ( $Fe_3Si$  і  $Fe_3Al$ ). На III стадії – стадії охолодження, велике значення відіграє швидкість зазначеного процесу, яка характеризується критерієм Біо.