

збільшенням товщини прошарку міцність матеріалу зменшується і тим самим зменшується енергія його руйнування. Останнє свідчить про зменшення у цьому напрямі механічних характеристик матеріалу.

Література:

1. Тялина Л. Н. Новые композиционные материалы: учебное пособие / Л. Н. Тялина, А. М. Минаев, В. А. Пручкин. – Тамбов: Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2011. – 80 с.
2. Jagath Narayana K. A review of recent research on multifunctional composite materials and structures with their applications / K. Jagath Narayana, V. Ramesh Gupta // *Materials Today: Proceedings*. – 2018. – Vol. 5. – P. 5580–5590.
3. R. N. Shahid. Strengthening of Al-Fe₃Al composites by the generation of harmonic structures / R. N. Shahid, S. Scudino // *Scientific Reports*. – 2018. – Vol. 8. – 12 p.
4. Найда Ю. И. Промышленное производство порошков сплавов меди методом ударного дробления струи расплава / Ю. И. Найда, А. Н. Степанчук, А. Ю. Найда // *Порошковая металлургия*. – 2006. – №1/2. – С.112–117.
5. Степанчук А. М. Теоретичні та технологічні основи отримання порошків металів, сплавів і тугоплавких сполук: Підручник / А. М. Степанчук. – К.: Видавництво “Політехніка”. – 2006. – 353 с.
6. Jose Calaf Chica. A New Prediction Method for the Ultimate Tensile Strength of Steel Alloys with Small Punch Test / Jose Calaf Chica, Pedro Miguel Bravo Díez, Mónica Preciado Calzada // *Materials*. – 2018. – Vol. 11. – P. 1491–1506.
7. Cuesta I.I. Hardening evaluation of stamped aluminium alloy components using the Small Punch Test / I.I. Cuesta, J.M. Alegre // *Engineering Failure Analysis*. – 2012. – Vol. 26. – P. 240–246.

Тесля С.Ю., Степанчук А.М.

(КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ)

СТРУКТУРА ТА ТРИБОТЕХНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ САМОФЛЮСІВНИЙ СПЛАВ НА ОСНОВІ НІКЕЛЮ – ПЛАВЛЕНИЙ КАРБІД ВОЛЬФРАМУ

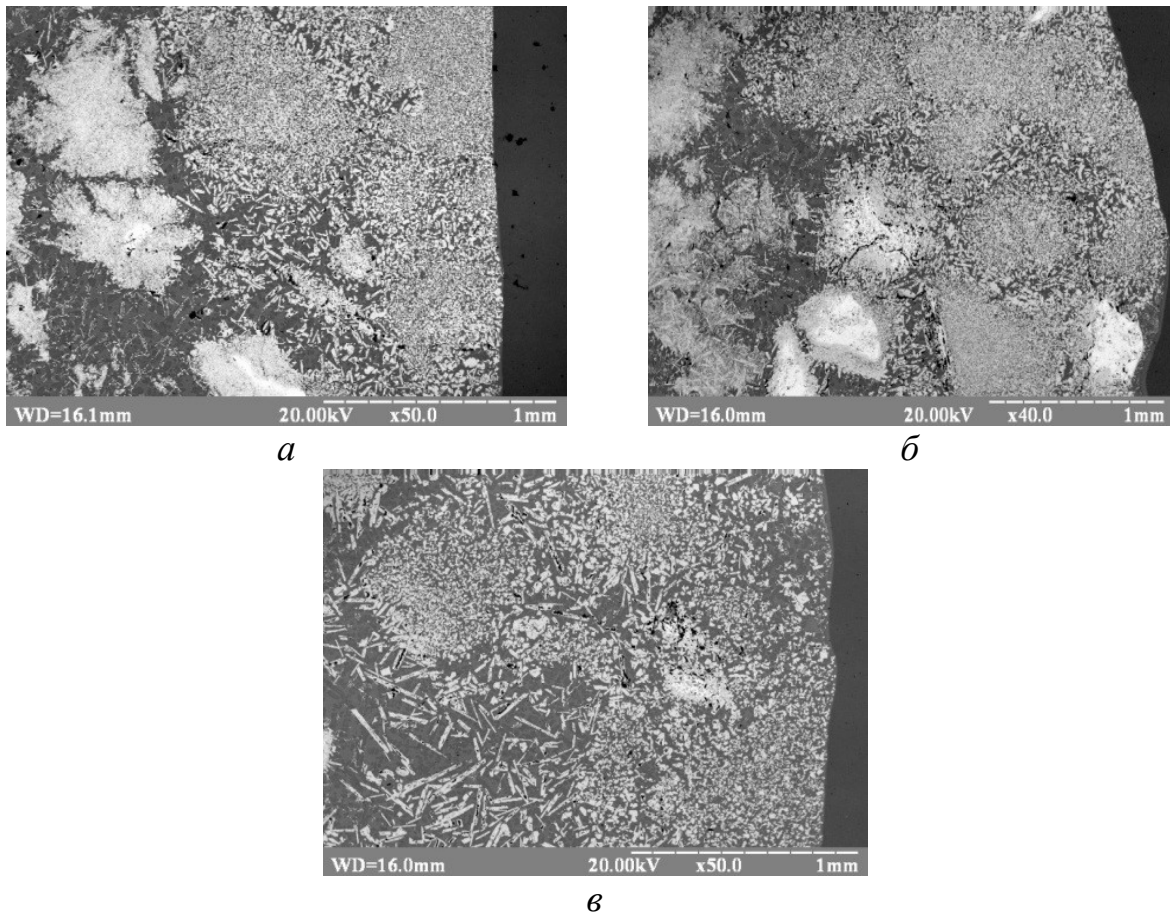
E-mail: astepanchuk@iff.kpi.ua

В сучасному машинобудуванні однією з актуальних проблем є вирішення проблеми захисту деталей машин і механізмів від зношування при терті та дії абразивних середовищ. Абразивний знос є одним із головних факторів, який обмежує термін їх роботи. Особливо це стосується деталей дорожньо-будівельної та гірничо-добувної техніки, бурильного обладнання нафтової і газової промисловості. Ці процеси призводять до значної витрати матеріалів конструкцій.

У цьому відношенні перспективним є розробка нових матеріалів, які б мали високу стійкість при терті та зношуванні. До таких матеріалів слід відне-

сти композиційні матеріали за участю твердих тугоплавких сполук (ТТС) і металевих зв'язок. В роботах [1]–[2] показано, що як металеву зв'язку доцільно використовувати самофлюсівні сплави, зокрема на основі нікелю (СФС) [3], а як наповнювачі гранули з плавлених ТТС [4]. Серед великої кількості останніх особливу перспективу мають карбіди, зокрема плавлений карбід вольфраму РЕЛІТ [3] завдяки унікальному поєднанню в ньому високої твердості та модулю пружності, що і обумовлює його широке використання у зносостійких деталях та покриттях.

В роботі вивчався вплив структури композиційних матеріалів РЕЛІТ – СФС на їх стійкість до зношування при терті в парі з закріпленим абразивом (абразивний круг з SiC). Вихідні матеріали отримували просочуванням гранул розміром 250 мкм розплавом СФС марки АН-9 [3] у високотемпературній печі на повітрі, за температури 1250 °С, та часу витримки від 15 хв до 35 хв. Проводились дослідження впливу часу витримки на формування структури та показники зносостійкості композитів. Мікроструктура отриманих композитів наведена на рис. 1.



a

б

в

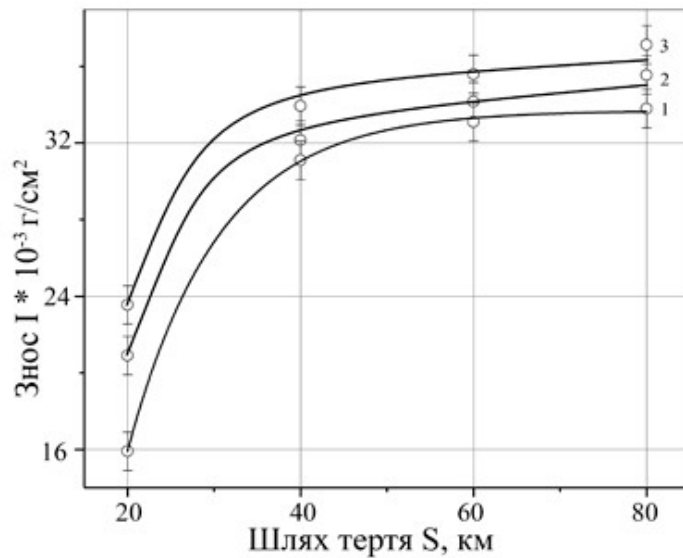
a – 15 хв; *б* – 25 хв; *в* – 35 хв

Рис. 1. Мікроструктура композиції СФС-РЕЛІТ при різному часі витримки

Як видно з рис. 1, мікроструктура отриманих матеріалів є гетерофазною, та складається з вкраплень карбідів та матриці. Збільшення часу витримки інтенсифікує процеси диспергування гранул та їх перекристалізації через рідку

фазу. Характерною особливістю є кристалізація складних сполук типу $Fe_xNi_yW_zC_k$ у вигляді дисперсної фази.

Проведено дослідження зносостійкості за навантаження 20 кПа та шляху тертя від 20 км до 80 км. Отримані залежності наведено на рис. 2. Встановлено, що збільшення часу витримки при отриманні матеріалів просочення сприяє підвищенню його зносостійкості. Така залежність може бути зумовлена з точки зору сучасних уявлень про руйнування матеріалів.



1 – 30 хв; 2 – 25 хв; 3 – 15 хв

Рис. 2. Залежність величини зношування від шляху тертя для композицій СФС-РЕЛІТ, отриманих при різному часі просочування

Згідно мікроструктурних досліджень (рис. 1), збільшення часу витримки сприяє утворенню більшої кількості дисперсних частинок складних карбідів навколо основного карбідного зерна. Це в свою чергу створює складний напружено-деформований стан, який перешкоджає руху дислокацій, тріщин та як наслідок руйнуванню поверхневих шарів.

Таким чином, змінюючи умови отримання матеріалів з композицій РЕЛІТ – СФС можна змінювати їх структуру і, як наслідок, властивості залежно від потреб.

Література:

1. Степанчук А. М. Отримання зносостійких композиційних матеріалів за участю самофлюсівних сплавів просоченням / Степанчук А. М., Шевчук М. Б. // Наукові вісті НТУУ "КПІ". – 2013. – №5. – С. 87 – 92.
2. Wear Behavior of a Borided Nickel-Based Self-Fluxing Thermal Spray Coating / F. Mariani, G. Rego, A. Neto [et. al] // Materials Performance and Characterization. – 2016. – Vol. 5, № 4. – P. 414 – 422.
3. Степанчук А.М. Матеріали для напилювання покриттів: Навч. посіб. / А.М. Степанчук, І.І. Білик. – К.: Центр учбової літератури. – 2016. – 226 с.
4. Степанчук А. М. Отримання та властивості гранул з тугоплавких сполук для створення композиційних матеріалів / Степанчук А. М., Шевчук М. Б., Мазаєв С. В. // Наукові вісті НТУУ "КПІ". – 2010. – №6. – С. 51 – 60.