

Хаєцька М.Є., Пижов М.С., к.т.н., доц., Ключников Ю.В., к.ф.-м.н., доц., Горобець О.І.
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

МІКРОПОРИСТІСТЬ КАРБІДНИХ ПОКРИТТІВ

Багато властивостей карбідних покриттів, зокрема, зносостійкість, корозійна стійкість і окалиностійкість залежать від присутності в покритті пор. Дослідження мікропористості проводили на зразках діаметром 0,03 м за методикою, представленою в роботі [1]. За цією методикою поверхню сталі знежирювали спиртом і витримували протягом $6 \cdot 10^2$ с на фільтрувальному папері, просиченому реактивом, що складається з 0,06 г / л NaCl, 0,01 г / л $K_3[Fe(CN)_6]$ і 0,06 г / л LiF.

Мікропористість покриттів визначали як кількість відбитків пор, підрахованих візуально, віднесене до 10^{-6} м² обробленої поверхні зразка. При цьому огляд відбитків дозволив виявити ділянки зі зниженою (або підвищеною) концентрацією пор. Похибка визначення мікропористості становила $\pm 1\%$ від кількості пор [1].

В роботі [3] по вивченню мікропористості покриттів з тугоплавких з'єднань була проведена оцінка напружень в шарі, при яких тріщини, що ростуть при деформації мікропор, можуть придбати критичний розмір. Причому в роботі відзначено, що захисні властивості покриттів на сталях, зокрема, окалиностійкість і корозійна стійкість можуть знизитися через присутність в шарі пор. Крім того, чим твердішим є покриття, тим небезпечніше для нього утворення мікропор, які викликають крихке руйнування покриття. В зв'язку з цим представляє інтерес дослідження мікропористості покриттів з карбідів титану і ванадію на сталях.

З наведених даних випливає (рис. 1), що ступінь розвитку мікропористості залежить від складу сталі, типу покриттів і температури процесу. При цьому представлені значення щільності пор (Рис. 1) є середніми і дають порівняльну оцінку досліджуваних покриттів. Так в результаті досліджень було встановлено, що покриття в порядку збільшення щільності мікропор можна розташувати в наступний ряд: $(Ti,V)C \rightarrow TiC \rightarrow VC$. Зареєстрована мінімальна кількість пор в двокомпонентному покритті пов'язано з тим, що наявність в шарі двох карбідів $(Ti,V)C$ $(V,Ti)C$ зменшує ймовірність утворення в ньому пор. Ця обставина викликана тим, що надлишкові вакансії, що зумовлюють появу мікропор в покритті, в двокомпонентних шарах, виникають в менших кількостях, ніж в однокомпонентних [3,4], мають меншу рухливість і асоційовані в комплекси з атомами титану і ванадію.

Згідно з [3], в матеріалах найбільша кількість пор розташована в ділянках, де спостерігається стік надлишкових вакансій. Такими ділянками в покритті можуть бути межі розділу шар-сталь, домішкові атоми, а також області з підвищеною концентрацією напружень.

Підвищення температури процесу нанесення карбідних покриттів на сталі (Рис. 1) викликає зниження щільності мікропор, що добре корелює з даними, представленими в роботі [2]. У цій роботі щільність пор в покриттях залежить від температури і тривалості процесу їх отримання. Так в результаті нанесення покриттів на сталі [2] в інтервалі температур 1223-1373 К з нетривалою витримкою в отриманих карбідних шарах були виявлені несутільності. Однак при збільшенні тривалості процесу в зазначеному інтервалі температур відбувається одночасно зі зростанням шару і усунення виявленої несутільності. Таким чином, зафіксована щільність пор в покриттях, обумовлена механізмом утворення і дифузійного росту карбідної фази на поверхні сталей і характерна для початкових стадій процесу [2]. Крім того, утворення пор відбувається в наслідок повзучості в напруженому покритті продуктів реакцій карбідоутворення, які за складом і властивостями відрізняються від зміцнених сталей [3]. Так,

зокрема, періоди решітки утворених карбідних фаз відрізняються від періодів кристалічної решітки аустеніта на 28-32%, а фериту на 13-17%. Підвищена кількість пір в покритті пов'язана з відведенням частини дифузанта з внутрішньої області покриття в зовнішнє і навіть в газову фазу, що підтверджують результати розподілу дифузанта в покритті.

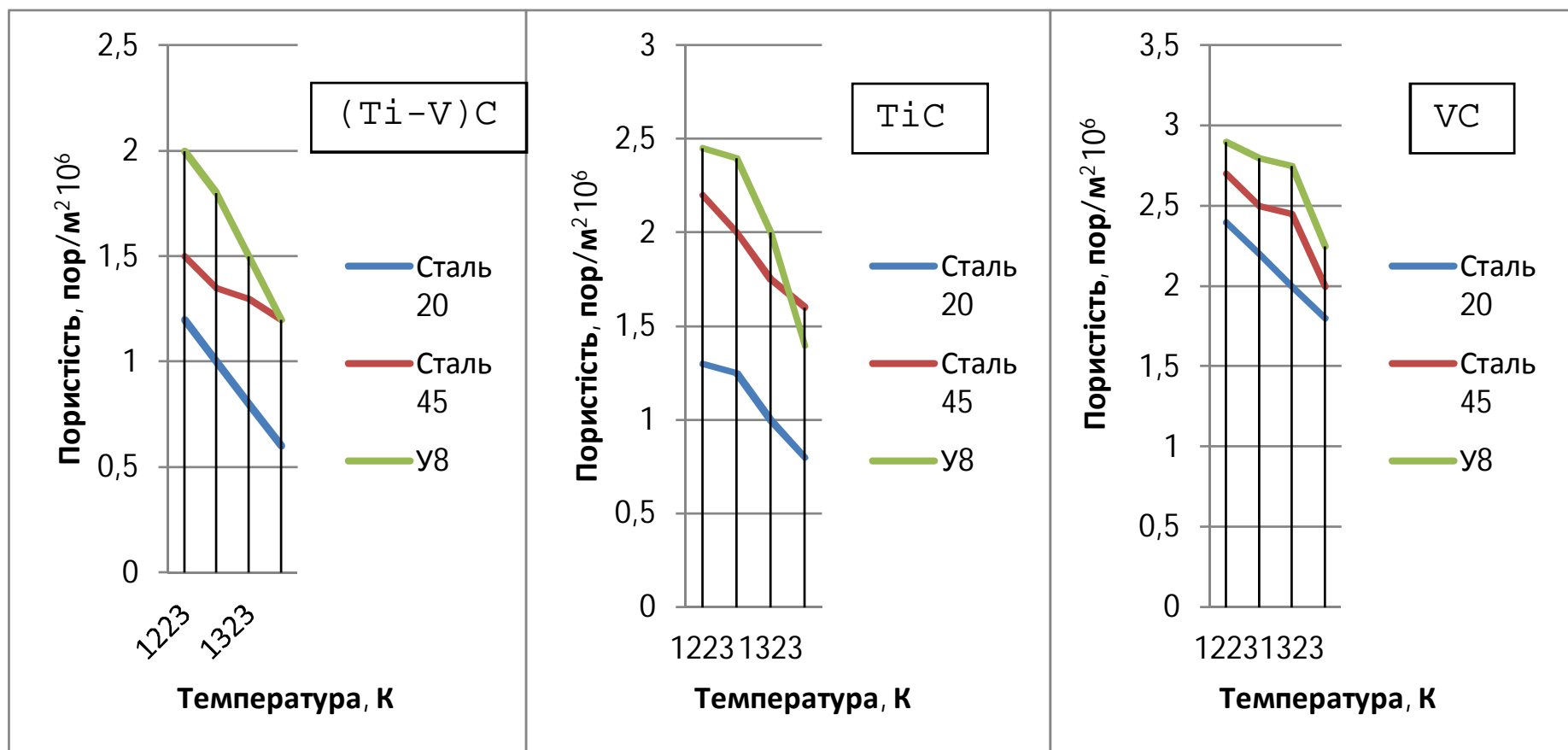


Рис.1. Залежність щільності мікропор у покриттях від температури процесу ($14 \cdot 10^3$ с)

За результатами проведених досліджень можна зробити такі висновки:

1. Одна з головних причин утворення мікропористості в покриттях полягає в фазових змінах і різниці коефіцієнтів термічного розширення покриття і сталі, що виникають в процесі охолодження зміцнених зразків.
2. Сумарний вплив перерахованих факторів обумовлює і зниження щільності мікропор в покриттях на сталях зі зменшенням кількості вуглецю в них.
3. На підставі дослідження мікропористості покриттів з карбідів титану і ванадію на сталях визначено, що з метою зниження щільності мікропор і підвищення захисних властивостей поверхні сталей, що працюють в умовах різнохарактерного окислення, необхідно використовувати двохкомпонентні покриття.

Список використаних джерел

1. Рыбкин В.Ф. Исследование диффузионного хромирования деталей приборов из магнитомягких сплавов. - М. 1976. -23 с.
2. Бякова А.В. Изучение условий получения состава и свойств карбидных покрытий на железе и сталях. -К. 1976. -241 С.
3. Криштал М.А. Физические основы прочности и разрушения диффузионных сплавов и покрытий. - В кн.:Защитные покрытия на металлах. Киев: Наукова думка, 1979. вып. 13, с. 3-6.
4. Шномон П. Диффузия в твердых телах. -М. : Металлургия,1986. -288 С.