

PACS 62.20.Qp; 81.20.Ev

А.О. Капелюх, П.І. Мельник¹

Вплив хіміко-термічної обробки плазмонапиленого шару залізного порошку на втомну міцність вуглецевої сталі

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
вул. Карпатська, 15, Івано-Франківськ, 76000, Україна
¹Прикарпатський університет ім. Василя Стефаника,
вул. Шевченка, 57, Івано-Франківськ, 76000, Україна*

На основі експериментальних даних показано, що хіміко-термічна обробка плазмонапиленого порошку заліза суттєво впливає на втомну міцність вуглецевої сталі Ст.3.

Ключові слова: плазмове напилення, дифузійне насичення, втомна міцність.

Стаття постуила до редакції 17.11.2001; прийнята до друку 3.06.2002

Плазмове напилення проводилось залізним порошком марки ПЖЗМ1 на установці УПМ-2М. Плазмоутворюючим газом служив гелій. Товщина покриття складала 0,1...0,3 мм. Піккладка із вуглецевої сталі Ст.3 попередньо оброблялась дробоструйною очисткою. Для порівняння паралельно випробовувались на втомну міцність зразки без покриття, з покриттям без термічної обробки, після залізнення нанесеного шару заліза та дифузійного хромування при температурі 1273 °С на протязі різного часу витримки.

Випробування зразків проводилось на стандартній установці [1], в якій зразок прямокутного перетину піддавався знакозмінному навантаженню на згин в горизонтальній площині. Поверхня зразка в площині згину підготовлялась як мікрошліф, що дозволяло фіксувати початковий момент зародження тріщини і спостерігати кінетику її росту і зміни мікроструктурної картини втомного руйнування безпосередньо в процесі випробування. Вимірювання залишкових напружень проводилось на установці ПІОН-1 методом послідовного стравлювання напиленого шару. Принципова схема цієї установки показана на рис. 1, а на рис. 2 проведені криві втомної міцності зразків із сталі.

Як видно з рис. 2, плазмонапилений шар заліза без будь-якої термообробки практично не змінює границі втоми зразка без покриття. В цих зразках зародження тріщини спостерігається на поверхні зразка, тобто, на зразку з покриттям – безпосередньо під плазмонапиленим шаром, і спостерігати її можна вже починаючи з періоду, який відповідає 6-8 % від загальної довговічності зразка. Через відносно короткий термін тріщина обумовлює відрив покриття від основи і руйнування його, ріст її в глибину зразка з наступним руйнуванням матриці.

Зразки, які пройшли дифузійне залізнення та хромування показали майже вдвоє більшу їх

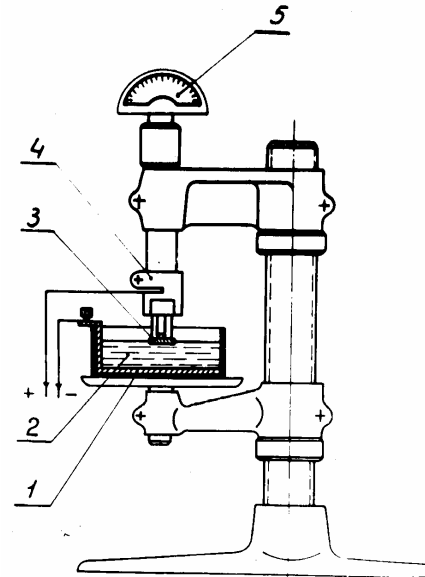


Рис. 1. Принципова схема установки ПІОН-1: 1 – ванна; 2 – електроліт; 3 – зразок; 4 – кріплення зразка та електроконтакту; 5 – індикатор.

довговічність. Цей ефект збільшується із збільшенням часу хіміко-термічної обробки, що пояснюється підвищенням адгезії напиленого шару і підвищенням щільності самого покриття.

Позитивний вплив хіміко-термічної обробки засвідчує характер розвитку втомних тріщин. На відміну від вихідного зразка (без ХТО), втомні тріщини після дифузійного залізнення та хромування зароджуються в матриці, як це видно на рис. 3 (а, б), на глибині приблизно 50-60 мкм і розвивається в напрямку покриття, досягаючи його через певну кількість знакозмінних циклів навантаження. Оскільки покриття гальмує подальший рух тріщини, то це сприяє розвитку зустрічної тріщини і руйнуванню основи зразка

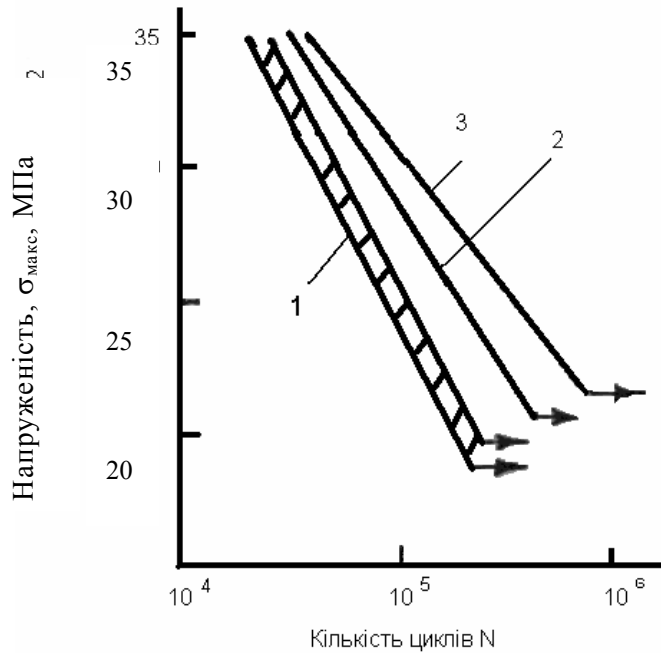


Рис. 2. Криві втомн зразків із ст.3: 1 – без покриття і з покриттям без термообробки; 2 – з покриттям після дифузійного залізніння при температурі 12730 °С тривалістю 1 год; 3 – теж саме, після дифузійного кремування при 1273 °С на протязі 3 год.

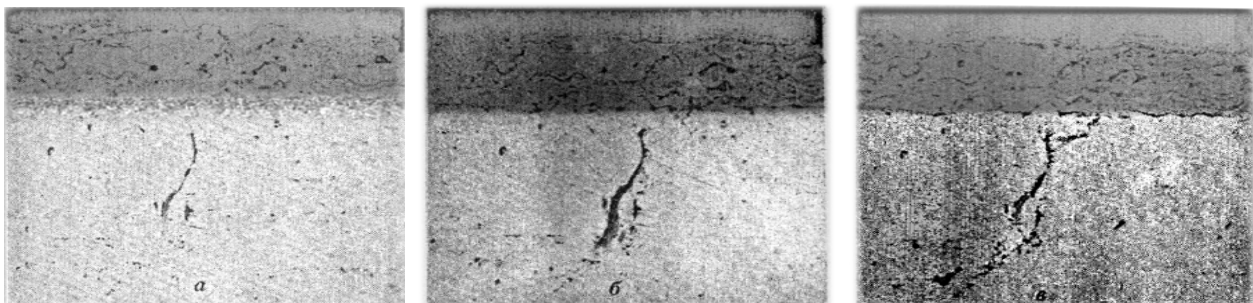


Рис. 3. Зародження і розвиток мікро тріщин на сталі з нанесеним на поверхню плазмонапиленого шару порошку заліза (пояснення в тексті).

раніше, ніж руйнується покриття (рис. 3, в).

Вимірювання залишкових напружень показали, що тонкий прошарок поверхневої зони покриття, який складає 15...20 мкм, характеризується розтягуючими напруженнями, які різко зростають до поверхні, чим і пояснюються сколи на зразках. В центральній частині покриття і в його глибині до матриці спостерігаються напруги стискання, які досягають 40...50 кг/мм², що і забезпечує відтіснення центрів зародження втомних тріщин з поверхні матриці в її глибину.

Отже, плазмонапилене покриття із порошка заліза без його хіміко-термічної обробки не

впливає на втомну характеристику сталі. Дифузійне залізніння та хромування суттєво підвищує її за рахунок ущільнення та адгезії покриття.

Л.О. Капелюх – асистент кафедри теоретичної механіки;

П.І. Мельник – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедрою радіофізики та електроніки.

[1] Р.Л. Коган. Установка для исследования при усталости // *Заводская лаборатория*, **28**(8), сс.1006-1007 (1962).

A.O. Kapelyukh, P.I. Melnyk¹

Influence of Chemical and Thermal Processing of the Iron Powder of Plasma Deposition Layer on Strength of Carbon Steel

*Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas,
15, Karpatska St., Ivano-Frankivsk, 76000*

¹*Vasyl Stefanyk Precarpathian University, 57, Shevchenko St., 76000, Ivano-Frankivsk*

Because of experimental data is shown, that the chemical-thermal processing plasma deposition of a powder of iron essentially influences tiresome strength of carbon steel St. 3.