

УДК 669.47:539.89:539.219

Мазанко В.Ф, докт. техн. наук, професор
 Філатов О.В., докт. фіз.-мат. наук
 Бевз В.П., канд. фіз.-мат. наук
 Герцрікен Д.С., канд. фіз.-мат. наук
 Богданов Є.І., канд. фіз.-мат. наук

Інститут металофізики ім. Г. В. Курдюмова НАН України, м. Київ, vmazanko@imp.kiev.ua

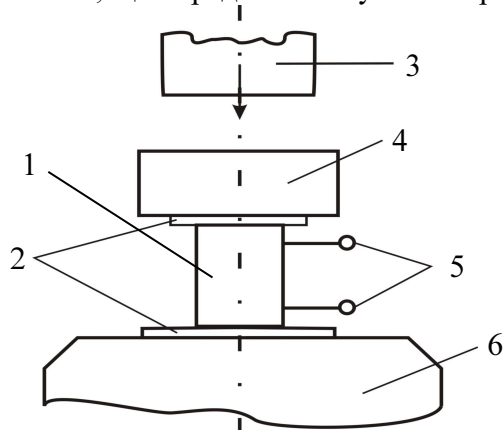
ЕЛЕКТРИЧНІ ЯВИЩА В СИСТЕМІ Ст.3+ВЕС ПРИ УДАРНОМУ НАВАНТАЖЕННІ

В останні роки в науковій літературі з'явилися публікації, в яких описані експериментальні факти, які свідчать про появу електричного імпульсу при ударному навантаженні металів та сплавів. Величина імпульсу залежить від складу матеріалу. З порівняння представлених на ньому осцилограм видно, що величина електрорушійної сили у залізі становить 2,2 мВ, а Ст.3 - 6,0 мВ. Можна припустити, що приріст приблизно у 3 рази при переході від заліза до сталі пов'язаний з наявністю 0,12 – 0,17% вуглецю у сталі. В зв'язку з цим представляє інтерес проведення дослідження впливу покриття з ВЕС на сталі на величину імпульсу е.р.с.

Покриття з ВЕС товщиною 30 мкм на сталь 3 одержували методом ЕЛІ [1]. Ударна обробка металічної системи Ст.3 + ВЕС проводилася шляхом деформування вантажем у 10,5 кг, який падає з висоти 1 м при кімнатній температурі. Енергія деформація становить ~ 104 Дж. Ступінь деформації сягає величини 7%. Загальний вид імпульсного механічного ударного навантаження металів представлено на рис. 2.2.

Основними складовими установки є: робоча камера, до якої входять нагрівач та механізм стиску; блок живлення (20 кВ, 200 МА); пульт керування, а також вакуумна система. У випадку нагріву зразків, в процесі випробувань підтримується вакуум порядку $1 \cdot 10^{-5}$ Па. Вимір температури проводиться за допомогою термопар, що приварені до зразка.

Вузол передачі ударного навантаження кріпиться на верхній кришці камери і складається з механічного копра з вантажем до 50 кг (висота падіння до 2 м), робочого циліндру та системи штоків, що передають імпульс на зразки (рис. 1).



1 – металевий зразок; 2 – ізолятор; 3 – падаючий вантаж; 4 – навантажувачий пристрій; 5 – контакти для зняття електричних сигналів; 6 – масивна основа

Рис. 1 – Схема імпульсного ударного деформування.

Для контролю та зміни умов експерименту (ступінь та швидкість деформації, температура та енергія навантаження) було виготовлено комплекс допоміжного оснащення. Обмежуючі обойми виготовлялись з матеріалу більш стійкого до механічних навантажень і використовувались для обмеження ступеня деформації. За умов проведення

швидкісного ударного навантаження за умов низьких температур, а саме при температурі рідкого азоту ($\sim 77\text{K}$) було виготовлено термоізоляційне оснащення, що дозволило не тільки охолодити зразок але і підтримувати постійну температуру при навантаженні. Схема експерименту при температурі $\sim 77\text{K}$: в термоізоляційну посудину безперервно надходить рідкий азот, що охолоджує металевий зразок, що навантажується, і всі елементи устаткування, що знаходяться в контакті з ним, тим самим виключається будь-які можливі температурні зміни системи.

На рис. 2 представлені осцилограми, які демонструють форму та амплітуду електричних сигналів. Розрахунок значень е.р.с. дають величину 1,5 мВ.

Форма електричного імпульсу. Величина ЕРС: сталь 3 + покриття ВЕС
1 удар. Ампліт 1,5 мВ. t 2,3 мс.

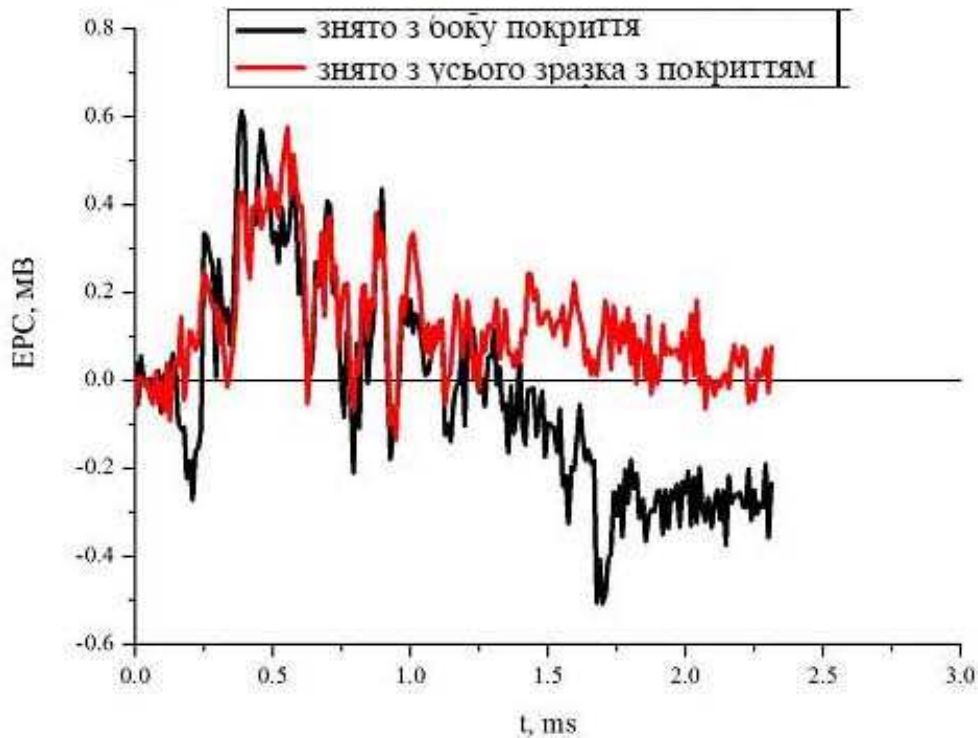


Рис. 2 – Осцилограми електричних сигналів, отриманих при навантаженні ($\varepsilon = 7\%$) зразків із сталі з покриттям ВЕС.

Порівняння даного результату із значеннями для чистої сталі 3 показує, що наявність покриття із ВЕС знижує величину е.р.с. приблизно у 4 рази. Зауважимо, цей ефект стає більш помітним з зростанням товщини покриття та кількості ударів.

Висновки

1. Наявність ВЕС покриття зменшує ЕРС при імпульсному ударному навантаженні, при цьому цей ефект стає більш помітним зі зростанням товщини покриття та кількості ударів.
2. Представлена фізична модель природи утворення ЕРС в металах, зроблений висновок про вирішальну роль рухливих дислокацій.
3. Отримані результати можуть стати основою для розробки нових способів одержання захисних ВЕС покриттів із застосуванням ЕІЛ та ударної обробки.

Список посилань

1. Мазанко, В. Ф. Искровой разряд и диффузионные процессы в металлах [Текст] / В. Ф. Мазанко, Д. С. Герцрикен, В. М. Миронов, Д. В. Миронов, С. А. Бобырь. – Киев: Наукова думка, 2014. – 192 с.