

УДК 539.4 537.531:621

А.В.Башта, О.В.Горик /Полт.ТУ/,

А.Леонець / ІПМ АН України, Київ/

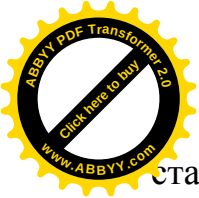
ЗМІЦНЕННЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ МЕТОДОМ ЛАЗЕРНО-РАДІАЦІЙНОЇ ОБРОБКИ

Останнім часом широко застосовуються різноманітні методи покращення властивостей деталей машин та елементів конструкцій шляхом модифікації сучасних матеріалів. Із широкого спектру відомих методів, на наш погляд, найефективнішим є лазерна та електронна обробка. Так, лазерне опромінення дозволяє зміцнювати приповерхневі шари деталей машин і механізмів у найбільш навантажених місцях. Опромінення електронами, з енергією яка не перевищує 5 MeV і не утворює залишкової радіоактивності, здатне суттєво зміцнювати весь виріб невеликих розмірів шляхом вливу на його структуру.

Результати досліджень вказують на те, що лазерно-радіаційне опромінення зразків, виготовлених із сучасних серійних матеріалів /65Г, ВТ8, ТЛ5 та інші/, дає можливість суттєво покращити окремі характеристики міцності. Це особливо важливо коли вироби з цих матеріалів працюють в умовах дії високих температур та агресивних середовищ.

Апробована методика зміцнення зразків із конструкційних матеріалів, шляхом опромінення їх поверхонь імпульсами високопотужного лазерного випромінювача крізь шар частково прозорого епоксиполімеру, дозволяє значно підвищити їх витривалість.

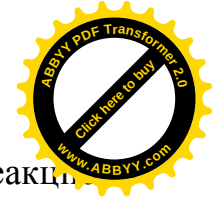
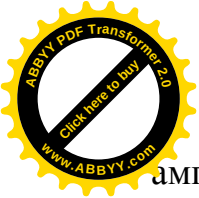
У ході проведення експериментальних досліджень встановлено, що поруч із зміцненням матеріалів за рахунок обробки їх потоком високоенергетичних частинок, збільшується також опір сталейних деталей /40Х/ процесу травлення кислотою, значно покращується адгезійний зв'язок покриття з основою. Це, в свою чергу, подовжує термін роботи деталей, поверхні яких працюють в умовах тертя, високотемпературних чи агресивних середовищах. Підвищення захисних функцій



сталейних конструкційних елементів проти руйнуючих дій кислотних розчинів пов'язане, на наш погляд, із виникненням так званого "білого шару" в їх приповерхневих об'ємах, який, як відомо, значно покращує характеристику міцності матеріалу.

Проведені дослідження дозволяють стверджувати, що шляхом радіаційного опромінення можливо отримувати дрібнодисперсні карбіди, які рівномірно розподіляються за об'ємом зразка, виготовленого із вольфрамо-титанового сплаву. При цьому існує можливість підвищення зносостійкості сплаву в приповерхневих шарах на (35-38)%. Падіння ж міцності при значних величинах діючих напружень зумовлене, вважаємо, утворенням твердих нітридів титану в цих шарах, що призводить до утворення далекодіючих полів залишкових напружень. Наступне радіаційне опромінювання, як уже відмічалось, дало змогу суттєво змінювати структуру сплаву і впливати на поля виникаючих залишкових напружень шляхом подрібнення нітридних зерен, усереднюючи і навіть знижуючи при цьому величини цих напружень. Отже, лазерно-радіаційна обробка поверхні зразка дає можливість, з одного боку, поліпшити його зносостійкість, а з іншого - помітно зменшити вплив залишкових напружень. Тому при напруженнях, близьких до границі витривалості, де вагомість їх впливу значно зменшується, її величина помітно зростає. Таким чином, є підстави стверджувати, що комбінована лазерно-радіаційна обробка елементів конструкцій із сталейних і вольфрамо-титанових сплавів дає можливість суттєво підвищити їх опір руйнуванню від дії різних механічних факторів.

Експериментально встановлено також, що лазерно-акустична обробка робочої зони зразків, виготовлених із сплаву ТЛ5, дає можливість досягти відчутного збільшення витривалості практично протягом усього діапазону випробувань. Величина границі витривалості зразків, що пройшли вказану обробку зросла на (12-18)% від її значення у порівнянні із зразками у вихідному стані. При цьому знову ж таки змінюється сам характер руйнування матеріалу від втомленості. Так, якщо у вихідному стані матеріал руйнувався із ознаками крихкого руйнування, то після лазерно-акустичного оброблення зразків спостерігалися вже характерні ознаки пластичного руйнування. В епіцентрах виникнення акустичних хвиль великої



амплітуди, як показали подальші дослідження, метал не вступає в реакцію з кислотою травлення шліфів, гістограми розподілу мікротвердості по поверхні зразка, вказують на незначне її збільшення. Щільність потужності лазерного випромінювання при цьому становила 10^9 Вт/см^2 .

На основі проведених досліджень можна зробити такі висновки:

1. Поверхнева лазерна обробка більшості досліджуваних матеріалів (65Г, ВТ8, ВТ10) негативно впливає на їх характеристики втомленості при значних величинах діючих навантажень. Це зумовлено, на наш погляд, зміною структури приповерхневих шарів, досить значними полями залишкових напружень, а також більш інтенсивним окисленням граней мікротріщин, поверхонь пустот, раковин, одночасним існуванням декількох фаз металів, складним розподілом легуючих елементів, що є характерним для "складних" матеріалів.
2. Комбінована обробка поверхні зразка лазерно-радіаційним та лазерно-акустичним опромінюванням дозволяє суттєво підвищити границю витривалості досліджуваних матеріалів, їх зносостійкість та корозійну стійкість.
3. Для однорідних матеріалів (ТЛ5) об'ємне радіаційно-акустичне опромінювання за рахунок зміни структурних характеристик, дає можливість значно поліпшити їх витривалість в усьому діапазоні повторно-змінних навантажень.