

**01.04.2016**

**Ультразвукова ударна обробка поверхні металевих виробів: переваги та напрями застосування технології**

Сучасна техніка – потужні машини й механізми, а також унікальні споруди (від звичайних багатоповерхових будівель до атомних електростанцій) – потребує великої кількості традиційних і нових конструкційних матеріалів та сучасних технологій покращення їх механічних властивостей. Створення таких технологій – у відповідь на наявний запит – і є головним завданням сучасного матеріалознавства. Дослідження за цим напрямом впродовж багатьох років здійснюються вченими Інституту металофізики ім. Г. В. Курдюмова НАН України і вже дали численні вагомі результати, серед яких, зокрема, і така унікальна технологія, як ультразвукова ударна обробка поверхні металевих виробів ([Національна академія наук України](#)).

Слід зауважити, що основними чинниками, які обмежують довговічність (або так званий «ресурс») різноманітних технічних виробів, є зношування, корозія та втома металів. Тому дуже багато вчених і інженерів в усьому світі працюють над пошуком шляхів подолання негативних наслідків цих явищ. Як відомо, зазвичай руйнування починається з робочих поверхонь виробів, що зазнають зовнішніх температурно-силових впливів, впливів навколишнього середовища і дії агресивних рідин. На даний час створено вже чимало способів зміцнення поверхонь деталей і елементів конструкцій – від нанесення спеціальних покриттів та поверхневого легування до інтенсивної деформації поверхні (ІДП). Методи ІДП надзвичайно різноманітні: серед них – традиційна дробоструменева обробка, обкатка поверхні кульками або роликками, ударна обробка за допомогою пневматичних інструментів тощо. З цією ж метою використовують і енергію ультразвукових коливань: потужний ультразвук спричинює суттєві зміни структурного й фазового складу металів і сплавів у твердому стані.

Вчені Інституту металофізики ім. Г. В. Курдюмова НАН України впродовж багатьох років досліджують вплив потужного ультразвуку на структуру й фізико-механічні властивості металів і сплавів. Зокрема, за цей час вони створили спосіб ультразвукової ударної обробки (УЗУО) поверхні металів. Суть цієї технології полягає в тому, що робочі елементи (виготовлені з високоміцної сталі кульки або стрижні вагою 3–5 г) із високою частотою (близько 2000 разів на секунду) вдаряють по поверхні виробів. Це найвища частота з усіх відомих ударних методів ІДП. Така деформація поверхні призводить до суттєвих структурних змін, а іноді – і до фазових

перетворень, спричинених складними механіко-хімічними процесами. При цьому значно збільшується щільність і міцність поверхні. Науковці встановили, що в тонкому поверхневому шарі за певних умов утворюється так звана нанокристалічна структура. Ще одним важливим наслідком застосування технології УЗУО є утворення у поверхневих шарах напружень стиснення, що відіграють важливу позитивну роль при втомному навантаженні. Все вищезгадане приводить до підвищення експлуатаційних характеристик і подовження строку служби деталей та елементів конструкцій, що працюють в умовах зношування, впливу корозійних середовищ, а також при втомному навантаженні. Останнє є надзвичайно важливим передусім для зварних конструкцій.

Відомо, що зварне з'єднання має незначну міцність насамперед унаслідок погіршення структури при розплавленні металу, появи концентраторів напружень і дефектів зварювання, а також через виникнення значних напружень розтягу в зоні шва. Якщо вони збігаються із зовнішніми циклічними навантаженнями, настає передчасне втомне руйнування в зоні з'єднання. А це, у свою чергу, іноді призводить до катастрофічних наслідків. Величину напружень розтягу можна знизити шляхом нагріванням деталей, але при роботі з великими конструкціями цей процес є непростим і потребує великих витрат електроенергії. Численні дослідження засвідчили, що – порівняно з іншими методами обробки – УЗУО приводить до найбільш суттєвого підвищення втомної міцності зразків і елементів конструкцій.

В Інституті металофізики ім. Г. В. Курдюмова та Інституті електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України з початку 1970-х років виконувалися спільні роботи з дослідження впливу УЗУО на рівень залишкових напружень у зварних з'єднаннях. Згодом цей напрям досліджень став базою для створення технології підвищення втомної міцності відповідальних зварних конструкцій за допомогою ультразвуку.

Вчені Інституту металофізики імені Г. В. Курдюмова НАН України спільно з фахівцями Фізико-технічного науково-навчального центру НАН України та за участі НТЦ «АТОЛЛ» створили відповідне ультразвукове обладнання для УЗУО металів з електромеханічними перетворювачами на п'єзокераміці. Ці прилади вирізняються особливою робочою частотою ультразвукових коливань (22 і 26 кГц), потужністю (0,3–1,5 кВт) та невеликою загальною вагою (до 8,0 кг). Завдяки вказаним характеристикам таке обладнання є зручним при роботі в польових умовах.

Аналіз подібних розробок, які нині використовуються в промисловості інших країн (зокрема, США, Китаю, Франції, Ірану), свідчить, що дослідження наших учених виконуються на рівні світових стандартів. На це

вказують патентна захищеність розробок, їх конкурентоспроможність, а також високі технічні характеристики обладнання.

Прикладом успішного співробітництва вітчизняної академічної науки й виробництва є впровадження технології УЗУО на ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод» і на ТОВ «Інструментальний завод» (м. Кременчук, Полтавська область). На сьогодні ультразвукова технологія використовується для обробки зварних з'єднань бокових панелей пасажирських залізничних вагонів з нержавійної сталі для усунення короблення (викривлення), а також кільцевих швів візків вагонів метрополітену, що значно підвищує їх ресурс.

Попри досить високу вартість ультразвукового обладнання, технологія УЗУО знаходить дедалі ширше застосування у світі – при здійсненні обробки зварних швів відповідальних конструкцій і споруд. Це пов'язано з тим, що вона має певні переваги порівняно з традиційними методами поверхневої пластичної деформації і вирізняється високою продуктивністю технологічного процесу, зручністю й можливістю здійснення його в умовах спеціалізованих підприємств – при виготовленні зварних конструкцій, а також у процесі їх експлуатації та ремонту безпосередньо на об'єктах.

Широке впровадження УЗУО у вітчизняне промислове виробництво дасть змогу суттєво підвищити надійність і довговічність унікальних та відповідальних споруд, машин і механізмів – таких як мости й шляхопроводи, рухомий склад залізничного транспорту, гірничо-видобувне обладнання, конструкційні матеріали для суднобудування тощо. До того ж Україна зможе вийти на світовий ринок із сучасним обладнанням і зміцнити свої позиції в галузі ультразвукових наукоємних технологій.