

Крім структурно-фазової та пов'язаної з нею механічної неоднорідності, всі досліджені авторами зварні з'єднання різних броньових сталей, виконані на різних підприємствах ОПК України, містять геометричні неоднорідності, а саме – дефекти типу несплавлення, непроварів, зміщення осей двосторонніх валиків тощо. Це свідчить про недостатній досвід та кваліфікацію інженерного та робітничого персоналу задіяного у виробництві броньових протикульових складальних одиниць. Технологічні параметри зварювання, прийняті на виробництві, не враховують особливостей формування металу зварного шва при застосуванні електродного дроту аустенітного класу та газової суміші на базі аргону. Причинами зазначених вище дефектів є некоректні режими зварювання; поспішне маніпулювання пальником та великий крок переміщень пальника при коливальних рухах; зміщення та неправильне положення пальника, особливо при зварюванні в складних просторових положеннях; занадто вузький зазор, спричинений нераціональним типом розробки крайок (завелике притуплення, малий кут розкриття крайок) або порушенням вимог до складання, часто у комбінації з завеликим діаметром газового сопла, яке заважає проникненню пальника в зазор та спричиняє вимушене зварювання корневих проходів на підвищеному вильоті дроту.

Зменшення рівня деградації властивостей металу зварного з'єднання броньових сталей під впливом зварювальних процесів та попередження геометричних дефектів зварних з'єднань потребують удосконалення та оптимізації існуючих наразі технологій зварювання.

**Соболь О. В.**, д.ф.-м.н., професор,  
**Бармін О. Є.**, к.т.н.,  
**Білозеров В. В.**, к.т.н., професор,  
**Субботіна В. В.**, к.т.н.,  
**Шевченко С. М.**

*Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний університет»,*

### **ТРИРІВНЕВА СТРУКТУРНА ІНЖЕНЕРІЯ ІОННО-ПЛАЗМОВИМИ МЕТОДАМИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЕТАЛЕЙ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ТА БРОНЕЗАХИСНИХ ЕЛЕМЕНТІВ**

Структурна інженерія поверхні є базовим напрямком наукової школи кафедри Матеріалознавства НТУ «ХПІ». Розвиток напрямку в останні роки в значній мірі спрямований на розробку новітніх технологій і матеріалів

для підвищення обороноздатності України. Це дозволило розвинути новий сучасний напрямок – іонно-плазмові новітні технології для трирівневого (основи без зміни товщини, основи з прирощенням товщини та зміна товщини за рахунок нанесення покриття) модифікування поверхні.

Для цього використовуються новітні розробки технології іонного азотування з термообробкою, двонаправлена модифікація приповерхневого шару при мікродуговому плазмовому оксидуванні та високощільне іонно-плазмове осадження багатоелементних нітридних покриттів при іонному бомбардуванні.

Інноваційна технологія іонного азотування з наступною термообробкою дозволила збільшити товщину азотованого шару до 2000 мкм та азотувати на велику твердість деталі військової техніки зі сталей з низькою температурою відпуску (типу 40Х, 9ХС, Х12МФ та спеціальні для захисного шару бронепанелей).

Завдяки використанню нових багатоелементних та багатшарових матеріалів вдалось значно підвищити твердість (до 62 ГПа) та його трищинистість з великою розсіювальною спроможністю до енергії ударного (кулевого) впливу.

Технологія мікродугового оксидування (МДО) деталей із вентильних металів (Al-, Ti-, Mg-, Zr сплави та інші) забезпечує утворення твердого, зносостійкого, антикорозійного, антифрикційного тепло-жаростійкого, електроізоляційного керамічного шару товщиною до 0,3 мм;

- керамічний шар має дуже високу адгезію з основним матеріалом;
- створює можливість утворення керамічного шару рівної чи перемінної товщини на зовнішніх і внутрішніх поверхнях деталей будь-яких конфігурацій;

Мікродугове оксидування дає практичну можливість формувати на поверхні виробів із алюмінієвих сплавів структур на основі високотемпературних кристалічних окисів, які надають виробам нові властивості:

- високу твердість до 24 000 МПа, низький коефіцієнт тертя ( $f = 0,01 - 0,005$ ), високу зносостійкість ( $J_h = 10 - 12$ ), теплостійкість до 900–1200 °С, корозійну стійкість у різних середовищах, діелектричну міцність.

Стосовно до деталей вузлів техніки воєнного призначення зі сплавів на основі алюмінію, використання МДО-обробки дало змогу підвищити температурний режим роботи та ресурс (до 10 разів) водяних насосів двигунів спецтехніки, більш ніж у 2 рази підвищити роботоздатність поршнів та ущільнюючих елементів поршнів, значно зменшити масу та водночас підвищити ізоляційну стійкість каркасів, а також термостійкість нагрівачів для елементів авіаційної техніки, забезпечити високу розсіювальну здатність завдяки поєднання високотвердого поверхневого шару та пластичної основи у пластинах набірних бронешилетів.