Нітридний захист для титанових виробів, виготовлених 3D-друком

3D-друк відкриває нові можливості для виготовлення титанових деталей складної форми – від компонентів авіаційної техніки до індивідуальних медичних імплантатів. Пошарове формування виробів дозволяє ощадніше використовувати дороговартісну сировину, зменшувати кількість відходів і скорочувати обсяг подальшого механічного оброблення. Проте для тривалої роботи деталі важлива не лише точність форми, а й здатність її поверхні протистояти зношуванню та впливу агресивних середовищ.

Над вирішенням цієї проблеми працюють науковці відділу матеріалознавчих основ інженерії поверхні Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка Національної академії наук України. У межах проєкту «Розроблення концепції формування функціональних нітридних шарів на титанових сплавах, отриманих адитивними технологіями» під керівництвом д.т.н., проф. Ірини Погрелюк дослідники розробляють способи підвищення зносо- та корозійної стійкості надрукованих титанових виробів. До виконання досліджень залучені також молоді вчені, які працюють спільно з досвідченими науковцями, поєднуючи опанування сучасних дослідницьких методів із внеском у розв’язання завдань проєкту. Проєкт розрахований на 2026–2028 роки та виконується в межах конкурсу «Передова наука в Україні 2026–2028».

Під час 3D-друку метал зазнає швидкого нагрівання та охолодження. Унаслідок цього в ньому можуть залишатися пори, внутрішні напруження та нерівноважна структура, які впливають на поведінку матеріалу під навантаженням і в корозійних середовищах. Окрім цього, титанові сплави потребують захисту поверхні для роботи в умовах тертя. Тому дослідники вивчають, як особливості друкованого матеріалу впливають на його властивості та які способи оброблення забезпечать ефективний захист.



В основі запропонованого підходу – формування на поверхні твердих, хімічно та біологічно інертних захисних шарів на основі нітридів титану. Для цього науковці зосередилися на газовому азотуванні, вакуумно-дуговому нанесенні нітридних покриттів та поєднанні цих методів. Під час газового азотування азот взаємодіє з нагрітою титановою поверхнею та проникає вглиб матеріалу, утворюючи зовнішній нітридний шар і зміцнену перехідну твердорозчинну зону під ним. Така морфологія модифікованого шару має забезпечувати опір зношуванню та корозії. Водночас температурний вплив під час оброблення дає змогу зменшувати залишкові напруження та змінювати структуру надрукованого сплаву. Науковці досліджуватимуть роботу захисних шарів під час тертя, у хімічно агресивних і фізіологічних розчинах, а також за одночасної дії механічного зношування та корозії. Це дозволить визначити, які склад, структура й будова поверхневих шарів найкраще відповідають конкретним умовам експлуатації.

Очікуваний результат проєкту – науково-обґрунтовані підходи до оброблення титанових виробів, виготовлених 3D-друком, що забезпечать їхню зносо- та корозійну стійкість на рівні традиційно виготовлених сплавів або вище. Розробки можуть знайти застосування в авіабудуванні, машинобудуванні, оборонній промисловості та, після відповідних біологічних тестів, у виробництві медичних імплантатів. Поєднання можливостей 3D-друку із захисним обробленням поверхні створює передумови для виготовлення довговічніших титанових деталей і розширення їхнього застосування в Україні.