

Úspešná modifikácia PEO vrstiev pomocou TiO₂ častíc a polymérneho utesnenia na báze PLA

V rámci plnenia výstupov pracovného balíka WP4 nášho projektu EcoMag bola publikovaná vedecká štúdia zameraná na výskum **vplyvu utesňovacích technológií na zlepšenie korózných vlastností PEO vrstiev**. Článok bol prijatý a uverejnený v prestížnom medzinárodnom časopise *Journal of Materials Research and Technology* (Elsevier), ktorý je evidovaný v databáze Web of Science (WoS) a patrí medzi popredné Q1 časopisy v oblasti materiálového výskumu.

Štúdia predstavuje dvojstupňovú modifikáciu povrchu horčíkovej zliatiny AZ31 pozostávajúcu z primárnej tvorby optimalizovanej PEO vrstvy v elektrolyte obohatenom o TiO₂ častice a následného utesnenia poréznej štruktúry ekologickým biokompatibilným polymérom PLA (kyselina polymliečná). Korózna odolnosť bola hodnotená elektrochemickou impedančnou spektroskopiou počas dlhodobej expozície až 5 týždňov v 0,1M NaCl.

Modification of PEO coatings on AZ31 magnesium alloy via TiO₂-enriched electrolyte and PLA polymer sealing

Ľ. Halimovič, D. Kajánek, F. Pastorek, E. Nogová, F. Lukáč, L. Doskočil, B. Hadzima

Journal of Materials Research and Technology (Elsevier), 2026

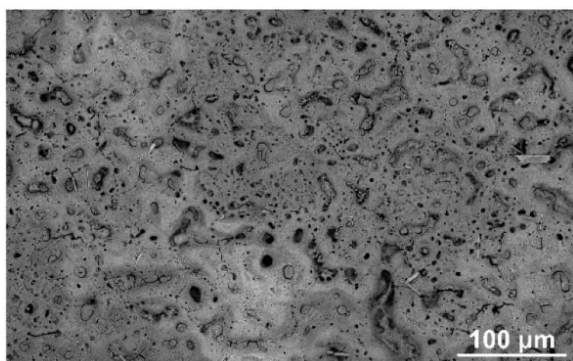
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2026.02.165>

Hlavné zistenia výskumu

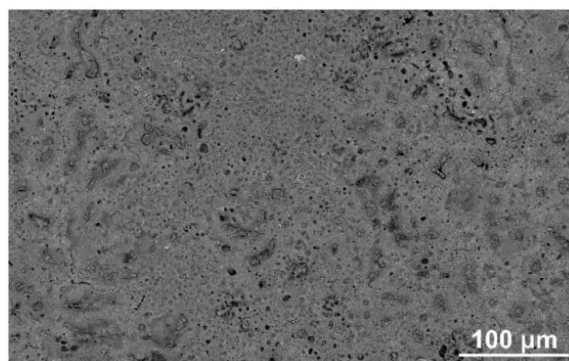
Výskum porovnal dva typy PEO vrstiev – referenčný typ E0 (fosfatátový elektrolyt) a modifikovaný E1 (elektrolyt obohatený o 1 g/L TiO₂ častíc) – a ich následné utesnenie polymérom PLA. Elektrochemické vlastnosti boli hodnotené EIS meraniami v roztoku 0,1M NaCl pri expozícii až 5 týždňov (840 hodín).

Vplyv TiO₂ častíc na morfológiu PEO vrstvy

Pridanie TiO₂ častíc do PEO elektrolytu viedlo k tvorbe kompaktniejšieho povlaku E1 s jemnejšími pórmí v porovnaní s referenčným E0. Na povrchu E1 boli pozorované kryštalické aglomeráty TiO₂, ktoré čiastočne utesnili póry a defekty vrstvy. XRD analýza potvrdila prítomnosť TiO₂ v anatózovej forme, bez tvorby sekundárnych fáz.



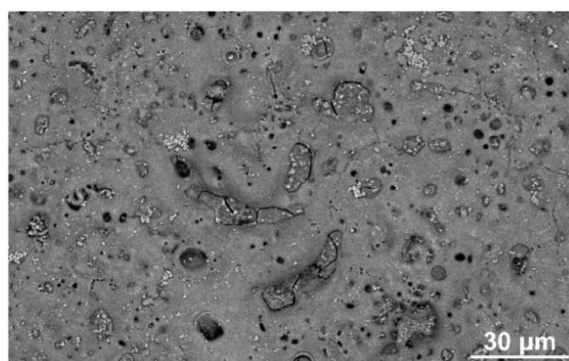
a₁) E0 coating overview



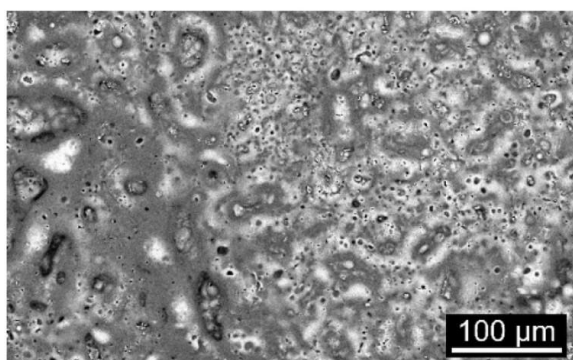
b₁) E1 coating overview



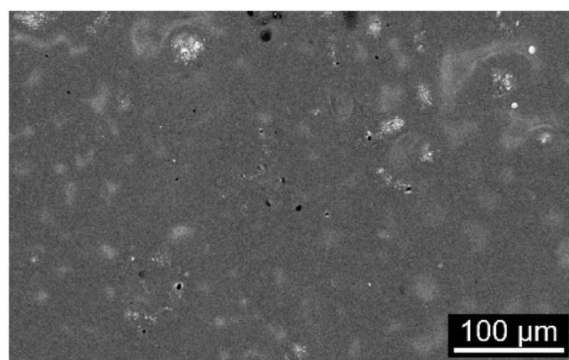
a₂) E0 coating detail



b₂) E1 coating detail



a) sealed E0 coating



b) sealed E1 coating

Obrázok: SEM morfológia PEO povlakov – hore: E0 vs. E1 (bez utesnenia), dole: E0/PLA vs. E1/PLA (po utesnení)

Efektívnosť polymérneho utesnenia PLA

PLA polymér penetroval a vyplnil jemnejšie póry povlaku E1 výrazne efektívnejšie, čo viedlo k tvorbe súvislého ochranného filmu potvrdeného SEM a Ramanovou spektroskopiou. Naproti tomu u vzorky E0/PLA bolo pozorované neúplné vyplnenie veľkých pórov, čo viedlo k heterogénnej distribúcii PLA na povrchu. Kompaktnejší PLA film na E1 systéme dosiahol aj vyššiu priemernú hrúbku ($5,1 \pm 1 \mu\text{m}$) oproti E0 ($3,5 \pm 0,8 \mu\text{m}$).

Výrazne zlepšenie dlhodobej koróznej odolnosti

Utesnené PEO vrstvy dosiahli radikálne vyššie hodnoty polarizačného odporu (R_{psum}) v porovnaní s neutesenými. Kombinácia E1/PLA preukázala stabilnejší priebeh degradácie počas celej 5-týždňovej expozície a na konci dosiahla takmer 5-násobne vyššiu hodnotu R_{psum} než E0/PLA. U neutesených

vrstiev E1 bola dosiahnutá hodnota R_{psum} po 168 hodinách $18\,568\ \Omega\cdot\text{cm}^2$, čo je viac ako 3-násobok oproti E0 ($5\,797\ \Omega\cdot\text{cm}^2$).

Význam pre projekt a aplikačný potenciál

Výsledky potvrdzujú, že kombinácia TiO_2 -obohatia PEO elektrolytu s následným polymérnym utsenením PLA predstavuje účinnú stratégiu pre výrazné zlepšenie dlhodobej koróznej odolnosti horčíkových zliatin. Hydrofóbny, ekologický a biokompatibilný PLA polymér predurčuje tento systém nielen pre dopravný priemysel, ale aj pre biomedicínske aplikácie – napr. pre dočasné biodegradovateľné implantáty. Tieto zistenia priamo nadväzujú na primárne ciele projektu.

PodĎakovanie

Výskum prezentovaný v tejto publikácii bol financovaný z prostriedkov EÚ NextGenerationEU prostredníctvom Plánu obnovy a odolnosti Slovenskej republiky.

Projekt č. 09I03-03-V03-00036

Výskum unikátneho trojitého ekologického systému povrchovej úpravy pre ultraľahké horčíkové zliatiny využiteľné v dopravnom priemysle

Financované z prostriedkov EÚ NextGenerationEU · Plán obnovy a odolnosti SR



Financovaný
Európskou úniou
NextGenerationEU

PLÁN [OBNOVY]



ÚRAD PODPRESEDU VLÁDY
SLOVENSKEJ REPUBLIKY
PRE PLÁN OBNOVY
A ZNALOSTNÚ EKONOMIKU



MINISTERSTVO
ŠKOLSTVA, VÝSKUMU,
VÝVOJA A MLÁDEŽE
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

