

## ОТЗЫВ

отечественного научного консультанта

**на диссертационную работу Догадкина Дмитрия Сергеевича на тему «Физические закономерности формирования структуры и функциональных свойств кальций-фосфатных покрытий на титане в процессе плазменно-электролитического оксидирования», представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 8D05301 – «Техническая физика»**

Диссертационная работа Догадкина Д.С. посвящена актуальной проблеме современного биомедицинского материаловедения – модификации поверхности титановых сплавов, полученных аддитивным методом, для улучшения их остеоинтегративных свойств.

Актуальность темы обусловлена возрастающей потребностью современной биомедицины в создании персонализированных титановых имплантатов со сложной пористой структурой, изготовленных методом селективного лазерного плавления (СЛП). Поскольку поверхности таких изделий требуют дополнительной модификации для обеспечения биоактивности и улучшения трибомеханических характеристик, применение метода плазменно-электролитического оксидирования (ПЭО) становится крайне востребованным для преодоления ограничений традиционных методов нанесения покрытий.

Работа направлена на исследование физических закономерностей формирования структуры и функциональных свойств кальций-фосфатных покрытий на титане в процессе ПЭО. Исследование включает систематическое изучение влияния приложенного напряжения на морфологию, фазовый и элементный состав, а также механические и трибологические свойства покрытий на подложках из сплава Ti-6Al-4V, полученного методом СЛП. Особое внимание уделено установлению корреляционных связей между технологическими параметрами обработки и конечными характеристиками оксидных слоев.

Научная новизна работы заключается в том, что в ней впервые установлены физические закономерности формирования кальций-фосфатных покрытий методом ПЭО именно на подложках из сплава Ti-6Al-4V, изготовленных методом СЛП, что позволило выявить специфическую роль напряжения в эволюции их микроструктуры.

Высокая степень обоснованности результатов работы достигнута благодаря использованию взаимодополняющих методов исследования. Структурно-фазовое состояние образцов было изучено методами растровой электронной микроскопии, рентгеновской дифракции и спектроскопии, а их механические свойства определены с помощью наноиндентирования. Полученные данные характеризуются высокой достоверностью и воспроизводимостью, что нашло отражение в статьях автора, опубликованных в ведущих международных изданиях:

1. Sagidugumar A., Dogadkin D., Turlybekuly A., Kaliyev D. Calcium Phosphate Coatings Deposited on 3D-Printed Ti-6Al-4V Alloy by Plasma Electrolytic Oxidation // Coatings. 2024. Vol. 14. № 6. P. 696.

2. Dogadkin D., Sagidugumar A., Kaliyev D., Dmitriev N., Kozhakhmetov Y. The Role of Signal Waveforms in Plasma Electrolytic Oxidation // Coatings. 2025. Vol. 15. № 1. P. 36.

3. Beisekenov N., Azamatov B., Sadenova M., Dogadkin D., Kaliyev D. Data-Driven Design and Additive Manufacturing of Patient-Specific Lattice Titanium Scaffolds for Mandibular Bone Reconstruction // Journal of Functional Biomaterials. 2025. Vol. 16. № 9. P. 350.

4. Dogadkin D., Azamatov B., Alapati S., Kaliyev D., Rudenko S., Sadenova M., Dmitriev N. Integrated Experimental and Computational Analysis of SLM-Fabricated Ti6Al4V Octet-Truss Scaffolds for Bone Tissue Engineering // Materials. 2026. Vol. 19. № 8. P. 1646.

Практическая значимость работы не вызывает сомнений и заключается в возможности применения полученных результатов для разработки и оптимизации технологических регламентов формирования биоактивных кальций-фосфатных покрытий на имплантатах из титановых сплавов, изготовленных методом СЛП. Научные и технические решения, предложенные автором, имеют высокую прикладную ценность, что подтверждается наличием патента Республики Казахстан на полезную модель и авторского свидетельства.

Диссертационное исследование характеризуется логической завершенностью и четкой структурой. Все разделы работы взаимосвязаны и последовательны, что обеспечивает концептуальную целостность исследования. Во введении глубоко обоснована актуальность темы, четко определены цель и задачи работы. Основные научные результаты изложены в доступной и наглядной форме, с надлежащей интерпретацией экспериментальных данных. Заключение содержит обобщенные выводы, которые полностью соответствуют поставленным задачам и подтверждают достижение цели диссертационной работы.

В целом диссертация Догадкина Дмитрия Сергеевича является завершенной самостоятельной научной работой, отвечающей всем требованиям Комитета по контролю в сфере образования и науки МНВО РК, предъявляемым к работам, представленным на соискание степени доктора философии (PhD).

Отечественный научный консультант,  
PhD, ассоциированный профессор  
Ведущий научный сотрудник  
ЧУ «National Laboratory Astana»  
Назарбаев Университет,  
г. Астана, Республика Казахстан  
e-mail: [aturlybekuly@gmail.com](mailto:aturlybekuly@gmail.com)



А. Тұрлыбекұлы