

**Zgłoszenie tematu badawczego realizowanego w  
Krakowskiej Interdyscyplinarnej Szkole Doktorskiej  
w dyscyplinie inżynieria materiałowa**

1	Nazwisko i imię promotora, tytuł/stopień naukowy, jednostka, adres e-mail	Góral Anna, dr hab. inż. Instytut Metalurgii i Inżynierii Materiałowej im. Aleksandra Krupkowskiego Polskiej Akademii Nauk, e-mail: a.goral@imim.pl
2	Nazwisko i imię promotora pomocniczego (opcjonalnie), jednostka, adres e-mail	Marek Nowak, dr inż. Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytut Metali Nieżelaznych Oddział w Skawinie, e-mail: mnowak@imn.skawina.pl
3	Temat pracy badawczej + krótki (do 250 słów) opis tematyki badawczej	<p>Temat pracy badawczej: Opracowanie technologii wytwarzania nanokompozytowych twardych anodowych powłok tlenkowych.</p> <p>Opis tematyki badawczej: Rosnąca w ostatnich latach konsumpcja aluminium oraz jego stopów w różnych gałęziach przemysłu istotnie wpływa na wzrastające zainteresowanie i zapotrzebowanie na twarde anodowe powłoki tlenkowe (TAPT) o niskim współczynniku tarcia oraz posiadające właściwości samosmarujące. TAPT wytwarzane metodą konwencjonalną posiadają stosunkowo niskie właściwości. Celem pracy badawczej jest opracowanie technologii wytwarzania TAPT o podwyższonych właściwościach tribologicznych oraz mechanicznych. Wzrost pożądaných właściwości osiągnięty zostanie poprzez wbudowanie w strukturę porowatą TAPT nanometrycznych cząstek spełniających rolę smaru stałego (np. polimery) oraz twardych (np. azotki, siarczki, węgliki, tlenki metali). Powłoki wytworzone zostaną na stopie aluminium 5xxx metodą bezpośrednią oraz duplex dwuetapową. Kluczowym elementem będzie dobór odpowiedniego składu elektrolitu oraz parametrów wytwarzania powłok (gęstości prądu, temperatury, czasu), które wpływają na kształt oraz wielkość porów, a tym samym na możliwość</p>

		wbudowania cząstek modyfikujących w głąb struktury porowatej. Dobór odpowiedniej substancji powierzchniowo-czynnej na podstawie badań potencjału elektrokinetycznego ( $\zeta$ ) pozwoli uniknąć zjawiska aglomeracji cząstek, co stanowi nowatorski charakter badań. Przeanalizowany zostanie wpływ metod wytwarzania, rodzaj użytych cząstek oraz substancji powierzchniowo-czynnych na właściwości wytworzonych TAPT.
4	Wymagania w stosunku do kandydata	znajomość zagadnień dotyczących wytwarzania i badania właściwości twardych anodowych powłok tlenkowych, doświadczenie badawcze w zakresie ww. zagadnień, dobra znajomość języka angielskiego umożliwiająca swobodne korzystanie z literatury naukowej, rzetelność, skrupulatność, pracowitość i odpowiedzialność
5	Wskazanie źródeł finansowania	

1	Supervisor: name/surname, degree, affiliation, e-mail address	Anna Góral, Ph.D., D.Sc, Institute of Metallurgy and Materials Science of the Polish Academy of Sciences, e-mail: a.goral@imim.pl
2	Auxiliary supervisor (optional) affiliation,e-mail address	Marek Nowak, Ph.D., Łukasiewicz Research Network - Institute of Non-Ferrous Metals Division in Skawina, e-mail: mnowak@imn.skawina.pl
3	Research subject  Title  Short description, up to 250 words	Title: Development of nanocomposite hard anodic oxide coatings production technology.  Short description: The growing consumption of aluminium and its alloys in various industries significantly increased interest and demand for hard anodic oxide coatings (TAPT) with a low friction coefficient and self-lubricating properties. Conventional TAPT have relatively low properties. The research aims to develop production technology of TAPT with increased tribological and mechanical properties. It will be achieved by incorporating into the TAPT porous structure nanometric particles acting as solid lubricant (e.g. polymers) and hard ones (e.g. nitride, sulphides, carbides, metal oxides). The coatings will be produced on a 5xxx aluminium alloy by direct and by the two-step duplex methods. Significant research will be to select the appropriate electrolyte composition and the parameters

		<p>of coating production (current density, temperature, time), which affect the shape and size of pores, and thus the possibility of incorporating modifying particles deep into the porous structure. A research novelty is selection of such appropriate surfactants based on electrokinetic potential (<math>\zeta</math>) studies to avoid particles agglomeration. The influence of manufacturing methods, the type of particles and surfactants used on the properties of the produced TAPT will be analysed.</p>
4	Additional requirements to the candidate	<p>knowledge of matters related to production and investigations of properties of the hard anodic oxide coatings and respective research experience, good command of English enabling free use of scientific literature, reliability, meticulousness, diligence and responsibility</p>
5	Sources of financing	