

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ФИЗИЧКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

Пошто смо на четвртој седници Изборног и Наставно-научног већа Физичког факултета Универзитета у Београду, одржаној 28.02.2024. године, одређени за чланове Комисије за реферат о докторској дисертацији кандидата **Кристине Мојсиловић**, мастер физичара, која је предала докторску дисертацију под насловом **Процес плазмене електролитичке оксидације (ПЕО) у условима ниског и ултра-ниског импулсног електричног оптерећења**, подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

Основни подаци о кандидату

Кристина (Михајло) Мојсиловић је рођена 21.07.1996. године у Параћину. Основну школу „Стеван Јаковљевић” је завршила 2011, а Гимназију у Параћину 2015. године. Основне студије на Физичком факултету уписује 2015. године на смеру Примењена и компјутерска физика које завршава 2019. године са просечном оценом 9,91 (девет и 91/100). Мастер студије је на истом смеру завршила 2020. године са просечном оценом 10,00 (десет) и одбранила мастер рад „Испитивање плазмене електролитичке оксидације на алуминијуму у импулсном режиму” под менторством др Растка Василића. Исте године уписује докторске студије на Физичком факултету, ужа научна област Примењена физика, на којима је положила све испите са оценом 10 (десет). Од 23.11.2022. је у звању истраживача-сарадника а од 2019. године учествује у настави на предметима Мерно-инструментална техника, Електрична мерења и Физика чврстог стања.

Научна активност кандидата

Кристина Мојсиловић је запослена као истраживач-сарадник на Физичком факултету Универзитета у Београду при Лабораторији за примењену физику и метрологију.

Учесник је на пројекту „H2020–MSCA–RISE–2018, FUNCOAT, Development and design of novel multifunctional PEO coatings” (бр. 823942) финансираном од стране Европске уније и пројекту „Functionalized PEO coatings with immobilized zeolites for

photocatalytic applications–ZEOCOAT” (бр. 7309) који финансира Фонд за науку Републике Србије. У оквиру FUNCOAT пројекта боравила је укупно 6 месеци у Немачкој (Ахен) у компанији Меотек (Meotec), и 3 месеца у Португалији (Авеиро) у компанији Смолматек (Smallmatek), где је унапређивала своја знања и вештине у вези са процесом плазмене електролитичке оксидације (ПЕО).

Такође је учествовала на пројекту „NAWA PROM” који финансира Влада Републике Пољске, када је боравила месец дана на Војно-техничком факултету у Варшави у групи др Војчеха Степниовског. До сада је коаутор на 14 научних публикација објављених у водећим међународним часописима.

Опис предате дисертације

Докторска дисертација кандидата Кристине Мојсиловић, мастер физичара, је написана под менторством редовног професора Физичког Факултета Универзитета у Београду, проф. др Растко Василића. Проф. др Растко Василић у потпуности задовољава услове да руководи овом дисертацијом.

Тема докторске дисертације под називом **„Процес плазмене електролитичке оксидације (ПЕО) у условима ниског и ултра-ниског импулсног електричног оптерећења“**, прихваћена је на Колегијуму докторских студија Физичког факултета одржаног 15.06.2022. године на Физичком факултету Универзитета у Београду. На деветој седници Наставно-научног већа Физичког факултета Универзитета у Београду, одржане дана 29.06.2022. године усвојен је Извештај Комисије за оцену испуњености услова и оправданост предложене теме за израду докторске дисертације и именован ментор за израду исте: проф. др Растко Василић.

Веће научних области природно-математичких наука Универзитета у Београду је на седници одржаној 07.11.2022. године дало сагласност на предлог теме докторске дисертације кандидата Кристине Мојсиловић.

На четвртој седници Наставно-научног већа Физичког факултета Универзитета у Београду, одржане дана 28.02.2024. године, одређени су чланови Комисије за припрему реферата на основу прегледа и оцене докторске дисертације.

Дисертација се састоји од 141 стране (без насловне стране, захвалнице, сажетка на српском и енглеском језику, садржаја, прилога, ауторове биографије и изјава) и написана

је на српском језику. У тексту докторске дисертације, подељеном на 7 поглавља, се налази 99 слика и 29 табела, а као део литературе консултоване за израду докторске дисертације наведено је 190 референци.

Предмет и циљ докторске дисертације

Са индустријском револуцијом, појавила се потреба за новим материјалима који би заменили конвенционално коришћене тешке метале. Прва је те потребе могла да задовољи анодизација – електролитичка оксидација која се и данас користи у многим гранама индустрије: од авиоиндустрије, преко паметних телефона и лаптопова, до кухињског прибора. Анодизација је позната и увежбана техника која у многоме побољшава својства лаких метала, односно чини их отпорнијим на корозију и хабање, побољшава електричне и термичке особине тако што површину метала преводи у оксид тог метала. Побољшавајући особине лаких метала, нарочито алуминијума, анодизација отвара мноштво могућности за употребу ових метала у најразличитијим условима. Ипак, анодизација има неколико мана које се не могу занемарити. Сами анодизовани слојеви нису опасни или токсични, али нуспродукти анодизације могу и те како бити (нпр. сумпорна киселина, алуминијум – хидроксид). Осим тога, неке од особина анодизованих материјала могу бити још боље, а са тим се могу умањити и финансијска улагања у овај процес.

Алтернатива анодизацији је плазмена електролитичка оксидација (ПЕО). Иако плазмена електролитичка оксидација започиње као анодизација, развој ПЕО процеса доноси битне разлике – појаву критичног напона након ког се развијају микропражњења по површини метала и локално врло високе температуре и притисци, односно појављује се плазма. ПЕО процес од класичне анодизације разликује и то што је ПЕО еколошки потпуно безбедан процес, бржи процес и процес који даје узорке са још бољим особинама од класично анодизованих узорака. Велику улогу у контроли ПЕО процеса игра и врста и концентрација употребљеног електролита, који је овде углавном алкалне природе, а уградња компоненти из електролита у сам оксидни слој, која је омогућена условима у којима се ПЕО одвија, даје и огромне могућности за контролу састава и морфологије узорака, а самим тим и за њихову примену. Примена ПЕО процеса је још разноликија узевши у обзир чињеницу да се овај процес може одвијати у континуалном једносмерном, наизменичном и имплусном режиму.

Употреба импулсног режима омогућава контролу трајања микропражњења променом дужине трајања импулса, фреквенције или густине примењене струје што може резултирати побољшањем хомогености оксидног слоја и смањења дебљине његовог порозног дела, и тако довести до веће тврдоће у односу на континуални једносмерни режим. Контролом односа трајања импулса и паузе између њих (D_t) одређује се именилац импулсног електричног оптерећења (ултра-ниско, ниско, високо итд.). У континуалном једносмерном режиму се обично добијају порознији слојеви од оних насталих у импулсном једносмерном и/или наизменичном режиму, и као такви имају развијенију специфичну површину. Овакви ПЕО слојеви, због већег броја доступних оптички активних центара, су погодни за оптичке примене, док су ПЕО слојеви настали у импулсном једносмерном и/или наизменичном режиму, због веће хомогености и компактности, погоднији у примени за заштиту од корозије.

Тема докторске дисертације кандидата Кристине Мојсиловић би омогућила добијање нових података о ПЕО процесу, пре свега због упоребе нетипичних извора напајања какви до сада нису коришћени. Ниска ($D_t < 20\%$) и ултра – ниска ($D_t < 5\%$) импулсна електрична оптерећења односно D_t вредности (en. duty cycle) нису раније истражена, те се очекују нове информације о току ПЕО процеса модулисањем трајања импулса и паузе између њих и то на различитим металима, у електролитима другачијег састава и концентрације.

Како је овај докторски рад био део почетка рада са импулсним једносмерним изворима напајања за ПЕО процес у лабораторији Катедре за примењену физику и метрологију Физичког факултета Универзитета у Београду, остаје места за напредовање кроз будућа истраживања, међутим, добијени резултати сугеришу да се плазменом електролитичком оксидацијом у импулсном режиму, као и у континуалном, могу добити корисни материјали, чија примена варира од заштите од корозије до фотокаталитичких примена.

Преглед научних резултата изложених у дисертацији

Плазмена електролитичка оксидација (ПЕО) представља свестрану технику модификације површине са широком применом у науци и индустрији. Ова докторска дисертација се бавила сложеношћу ПЕО процеса на различитим супстратима – Al и

његовој легури AA2024, Ti и Nb, те ефектима различитих употребљених електролита и адитива на својства резултујућих оксидних слојева. Централни део ове докторске дисертације је био изучавање утицаја једносмерног импулсног режима при ултра–ниским ($D_t < 5\%$) и ниским ($D_t < 20\%$) електричним оптерећењима. Коришћење овог режима нуди неколико значајних предности у односу на конвенционалан једносмерни континуални режим. Пулсирајући електричну енергију која се доводи у систем, постиже се већа контрола над ПЕО процесом, омогућавајући модулацију параметара као што су трајање импулса и паузе између њих, а самим тим и трајања и врсте насталих микропражњења. Употреба овог режима омогућава прилагођавање морфологије, дебљине, фазног и хемијског састава оксидних слојева са већом прецизношћу, олакшавајући оптимизацију својстава насталих слојева за специфичне примене.

У разматрању ултра-ниског импулсног електричног оптерећења испитан је ПЕО процес на Al при милисекундној и микросекундној импулсној побуди у воденом раствору $\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, и на Ti и Nb при микросекундној импулсној побуди у воденом раствору $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$.

У случају милисекундне импулсне побуде током ПЕО процеса на 99,00 % чистом Al, вредност D_t је износила свега 1 %, при чему су трајања импулса била 5 ms, 10 ms и 20 ms, а пауза између њих чак 1 s. Дуготрајна пауза између импулса је омогућила оптичку емисиону спектроскопију за микропражњења која настају при сваком појединачном импулсу. Користећи водоничне Балмерове H_α и H_β линије, извршен је прорачун електронских густина плазме N_e током ПЕО процеса, и тиме извршена идентификација тзв. Б типова пражњења као снажних микропражњења са високим вредностима N_e , као и А и Ц типова пражњења тј. слабијих микропражњења са нижим вредностима N_e (својства све три врсте микропражњења су детаљно описана у овој докторској дисертацији).

Експериментални подаци показују смањење порозности са 7,5 % на 5,0 % са дужим импулсима и трајањем процеса, ниску храпавост површине ($R_a \leq 1 \mu\text{m}$) и малу дебљину (1-3 μm) за све оксидне слојеве. Енергијски дисперзивна спектроскопска анализа је потврдила присуство Al, O и W у оксидном слоју, тј. елементе и из супстрата и из електролита. Рентгено-структурна анализа потврђује постепену кристализацију оксидних слојева за сва времена трајања ПЕО процеса са WO_3 , W_3O_8 и $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ кристалним фазама.

При микросекундној импулсној побуди током ПЕО процеса на Al када је вредност D_t била нешто виша и износила 3,85 % (дужине трајања импулса су износиле 50 μ s, 300 μ s и 900 μ s, док је пауза била 25 пута дужа), примећен је повећан степен кристализације и промене у храпавости, порозности и дебљини насталих оксидних слојева. Енергијски дисперзивна спектроскопска анализа је показала да је садржај W виши при микро- него према милисекундној побуди. Тродимензионална визуелизација насталих ПЕО слојева омогућена је употребом микроскопа на бази атомских сила, при чему су снимљене површине декорисане мноштвом пора и пукотина. Снимљени дифрактограми показују да се ПЕО слојеви настали у процесу са микросекундном побудом не разликују нарочито од оних слојева насталих у процесу са милисекундном побудом, премда је уочено одсуство W_3O_8 , а присуство чистог W.

Иако је мана ПЕО процеса његово одвијање уз изразито високе напоне и струје у овом случају, што може довести до слабије компактности оксидног слоја, примена у области фотокатализе и фотолуминесценције може бити врло добра опција за овакве ПЕО слојеве. Највећа фотокаталитичка активност је примећена код оксидног слоја насталог при трајању импулса од 300 μ s, што се поклапа са максималним интензитетом фотолуминесценције. Ипак, како и оксидни слојеви настали уз краће трајање импулса показују приближно добре особине као и слојеви настали уз дуже трајање импулса, узимајући у обзир енергијску ефикасност, трајање импулса од 50 μ s се показује као сасвим довољно за постизање мултифункционалности ових оксидних слојева.

Оксидни слојеви на Ti и Nb подлогама настали су помоћу импулног једносмерног напајања које ради у микросекундном опсегу са $D_t = 3,85$ % (при трајању импулса од 50 μ s), али са изразито високом вредношћу густине струје од чак 7,5 A/cm². Иако су код оба супстрата присутна микропражњења по читавој површини уроњеној у електролит готово тренутно иницијализацијом ПЕО процеса, убрзо се показује њихова тенденција да мигрирају према ивицама узорака. Наведено је довело до извођења оптичке емисионе спектроскопије са узорцима ротираним тако да се њихова већа површина поклапа са оптичком осом спектрометра, чиме се постиже снимање микропражњења само на ивицама узорака. Уочене су изразито добро разложене емисионе линије Ti I и Nb I које потичу из Ti и Nb супстрата, респективно. Међу овим резултатима, веома је битно нагласити са су емисионе линије из Nb супстрата по први пут уочене у видљивом опсегу током ПЕО

процеса. Храпавост површине оксидних слојева на Nb је већа од површинске храпавости слојева на Ti као резултат веће енергије потребне за топљење Nb супстрата као метала са приметно вишом температуром топљења (1668 °C за Ti и 2477 °C за Nb).

Проучавање ниског импулсног електричног оптерећења подразумевало је ПЕО процесе на чистом Al при микросекундној импулној побуди у воденом раствору $\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, и на његовој легури AA2024 у $\text{K}_2\text{TiO}(\text{C}_2\text{O}_4)_2$ и $\text{Na}_6\text{P}_6\text{O}_{18}$ електролитима приближно неутралне pH вредности са додатком Zn-Al двострукослојних хидроксида (LDH).

Слично случају ПЕО процеса на Al при ултра-ниској микросекундној импулној побуди, ПЕО процес се одвијао са вредностима трајања импулса од 50 μs , 300 μs и 900 μs , са истом примењеном густином струје од 3 A/cm^2 , али са 5 пута дужом паузом односно са ниском вредношћу D_t од 16,67 %. Као и при ултра-ниским вредностима D_t , енергијски дисперзивна спектроскопска анализа указује да су примарно регистровани елементи Al, W и O. Са друге стране, оксидни слојеви настали при ниској вредности D_t су нешто компактнији од оних при ултра-ниској вредности D_t што је посебно видљиво при дужим трајањима импулса. Тродимензионална визуелизација површина ових ПЕО слојева такође показује типичне ПЕО површине, али са различитим регионима: делови узорака су доста равни и обогаћени микропукотинама, док су неки делови сродни стандардним површинама ПЕО слојева.

Поређењем висина дифракционих максимума WO_3 и W, уочава се да је виши степен кристализације присутан код узорака са вишим вредностима D_t , што може бити повезано са температуром која се достиже током ПЕО процеса где је краћа пауза између импулса, односно виша вредност D_t .

На крају, испитан је и утицај (покушаја) уградње Zn-Al LDH честица у оксидни слој током ПЕО процеса. Испитан је утицај наведених додатака електролиту на иницирање диелектричног пробоја, хемијски и фазни састав добијених оксидних слојева и отварање могућности за разнолике примене оваквих оксидних слојева. ПЕО процес се одвијао при ниској вредности $D_t = 10\%$, при трајању импулса од 1 ms, али са прилично ниским вредностима густинаме струја: $j = 50 \text{ mA}/\text{cm}^2$ за $\text{K}_2\text{TiO}(\text{C}_2\text{O}_4)_2$ и $60 \text{ mA}/\text{cm}^2$ за $\text{Na}_6\text{P}_6\text{O}_{18}$ електролит.

Употреба комбинације ниске вредности D_t и ниских вредности густине струје је донела одређене користи. Оксидни слојеви добијени у овим режимима су углавном показивали већу хомогеност, компактност и приметно већу дебљину. Такође, због додавања Zn-Al LDH честица, богатство детектованих кристалних фаза омогућило је да слојеви могу бити успешно примењени у области фотокатализе и фотолуминесценције, а истовремено, због својих задовољавајућих морфолошких карактеристика могу бити интересантни и за област заштите од корозије.

Импедансна спектроскопска анализа узорака испитаних у овом сету експеримената показује да су сви слојеви бољих карактеристика, тј. више вредности импедансе у читавом испитаном фреквентном опсегу од чистог AA2024. Заиста, одређени узорци показују нешто слабију стабилност како до деградације оксидног слоја у присуству корозивног агенса долази релативно брзо, али укупан учинак се и даље може сматрати позитивним. Наведено истиче заиста велику могућност за формирање правих мултифункционалних ПЕО слојева, са потенцијалним широким применама.

Списак публикација

Списак публикација искоришћених за израду докторске дисертације:

1. **Кристина Мојсиловић**, Ненад Тадић, Урош Лачњевац, Стеван Стојадиновић, Растко Василић, Characterization of AlW oxide coatings on aluminum formed by pulsed direct current plasma electrolytic oxidation at ultra-low duty cycles, *Surface and Coatings Technology*, 411 (2021) 126982.
2. **Кристина Мојсиловић**, Јовица Јововић, Стеван Стојадиновић, Растко Василић, Microsecond range pulsed DC plasma electrolytic oxidation on Ti and Nb, *Solid State Sciences*, 133 (2022) 107018.
3. **Кристина Мојсиловић**, Стеван Стојадиновић, Растко Василић, The Plasma Electrolytic Oxidation of Aluminum Using Microsecond-Range DC Pulsing, *Metals*, 13 (2023) 12: 1931.
4. **Кристина Мојсиловић**, Maria Serdechnova, Carsten Blawert, Mikhail L. Zheludkevich, Стеван Стојадиновић, Растко Василић, In-situ incorporation of LDH particles during PEO processing of aluminium alloy AA2024, *Applied Surface Science*, 654 (2024) 159450.

5. **Кристина Мојсиловић**, Maria Serdechnova, Carsten Blawert, Mikhail L. Zheludkevich, Стеван Стојадиновић, Растко Василић, In-situ incorporation of Zn-Al LDH during PEO processing in close to neutral pH electrolytes, poslat u časopis.

Списак осталих публикација:

1. **Кристина Мојсиловић**, Никола Божовић, Срна Стојановић, Љиљана Дамјановић-Василић, Maria Serdechnova, Carsten Blawert, Mikhail L. Zheludkevich, Стеван Стојадиновић, Растко Василић, Zeolite-containing photocatalysts immobilized on aluminum support by plasma electrolytic oxidation, *Surfaces and Interfaces*, 26 (2021) 101307.
2. **Кристина Мојсиловић**, Урош Лачњевац, Срна Стојановић, Љиљана Дамјановић-Василић, Стеван Стојадиновић, Растко Василић, Formation and Properties of Oxide Coatings with Immobilized Zeolites Obtained by Plasma Electrolytic Oxidation of Aluminum, *Metals*, 11 (2021) 8: 1241.
3. Ting Wu, Carsten Blawert, Maria Serdechnova, Polina Karlova, Gleb Dovzhenko, D.C. Florian Wieland, Стеван Стојадиновић, Растко Василић, **Кристина Мојсиловић**, Mikhail L. Zheludkevich, Formation of plasma electrolytic oxidation coatings on pure niobium in different electrolytes, *Applied Surface Science*, 573 (2022) 151629.
4. Alaa M. Abd-Elnaiem, Moustafa A. Abdel-Rahim, Atta Y. Abdel-Latief, Ahmed Abdel-Rahim Mohamed, **Кристина Мојсиловић**, Wojciech Jerzy Stepniowski, Fabrication, Characterization and Photocatalytic Activity of Copper Oxide Nanowires Formed by Anodization of Copper Foams, *Materials*, 14 (2021) 17: 5030.
5. Ting Wu, Carsten Blawert, Maria Serdechnova, Polina Karlova, Gleb Dovzhenko, D.C. Florian Wieland, Стеван Стојадиновић, Растко Василић, Linqian Wang, Cheng Wang, **Кристина Мојсиловић**, Mikhail L. Zheludkevich, Role of phosphate, silicate and aluminate in the electrolytes on PEO coating formation and properties of coated Ti6Al4V alloy, *Applied Surface Science*, 595 (2022) 153523.
6. Damian Giziński, **Кристина Мојсиловић**, Anna Brudzisz, Urša Tiringer, Растко Василић, Peyman Taheri, Wojciech J. Stepniowski, Controlling the Morphology of Barrel-Shaped Nanostructures Grown via CuZn Electro-Oxidation, *Materials* 15 (2022) 11: 3961.

7. Никола Божовић, **Кристина Мојсиловић**, Срна Стојановић, Љиљана Дамјановић-Василић, Maria Serdechnova, Carsten Blawert, Mikhail L. Zheludkevich, Стеван Стојадиновић, Растко Василић, Oxide Coatings With Immobilized Ce-ZSM5 As Visible Light Photocatalysts, *Journal of the Serbian Chemical Society*, 87 (2022) 1035–1048.
8. Никола Божовић, **Кристина Мојсиловић**, Срна Стојановић, Љиљана Дамјановић-Василић, Стеван Стојадиновић, Растко Василић, The influence of electrolyte on photocatalytic activity of PEO coatings with incorporated Ce-ZSM5 formed on aluminum, *Journal of Solid State Electrochemistry* 27 (2023) 1945–1953.
9. Срна Стојановић, Владислав Рац, **Кристина Мојсиловић**, Растко Василић, Смиља Марковић, Љиљана Дамјановић-Василић, Photocatalytic degradation of bisphenol A in aqueous solution using TiO₂/clinoptilolite hybrid photocatalyst, *Environmental Science and Pollution Research*, 30 (2023) 84046–84060.
10. Valeryia Kasneryk, Ting Wu, Hauke Rohr, Maria Serdechnova, **Кристина Мојсиловић**, D.C. Florian Wieland, Anton Davydok, Eugen Gazenbiller, Растко Василић, Carsten Blawert, Norbert Stock, Mikhail L. Zheludkevich, Controllable recrystallization of ZnO/ZnAl₂O₄ based PEO into ZIF-8 as a route for the formation of multifunctional coatings, *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 132 (2024) 395-409.

Закључак

На основу изложеног, Комисија закључује да кандидат Кристина Мојсиловић својом докторском дисертацијом под називом **Процес плазмене електролитичке оксидације (ПЕО) у условима ниског и ултра-ниског импулсног електричног оптерећења** даје значајан допринос области Примењене физике. На основу наведеног, Комисија

ПРЕДЛАЖЕ

Наставно-научном већу Физичког факултета Универзитета у Београду да кандидату Кристини Мојсиловић одобри јавну одбрану докторске дисертације.

У Београду, 05.03.2024.

Др Стеван Стојадиновић, редовни професор
Физички факултет Универзитета у Београду

Др Ненад Тадић, доцент
Физички факултет Универзитета у Београду

Др Ненад Радић, научни саветник
Институт за хемију, технологију и металургију

Proces plazmene elektrolitičke oksidacije (PEO)...

By: Kristina Mojsilović

As of: Feb 26, 2024 12:47:04 PM
35,647 words - 248 matches - 79 sources

Similarity Index

9%

Mode: ▾

sources:

673 words / 2% - Internet

[Tadić, Nenad B.. "Structural and optical characterization of photocatalyst based on TiO₂ and ZnO powders formed by plasma electrolytic oxidation.", Универзитет у Београду, Физички факултет, 2017](#)

431 words / 1% - Crossref

[Kristina Mojsilović, Maria Serdechnova, Carsten Blawert, Mikhail L. Zheludkevich, Stevan Stojadinović, Rastko Vasilić. "In-situ incorporation of LDH particles during PEO processing of aluminium alloy AA2024", Applied Surface Science, 2024](#)

311 words / 1% - Internet

[Petković, Marija M.. "Plasma electrolytic oxidation of valve metals", 'National Library of Serbia', 2012](#)

38 words / < 1% match - Internet from 20-May-2019 12:00AM

[fedorabg.bg.ac.rs](#)

30 words / < 1% match - Internet

[Prekodravac, Jovana R.. "Graphene thin films syntethesis by rapid thermal annealing method from different carbon sources and their characterisantion.", Универзитет у Београду, Факултет за физичку хемију, 2017](#)

25 words / < 1% match - Internet from 17-Dec-2018 12:00AM

[fedorabg.bg.ac.rs](#)

24 words / < 1% match - Internet

[Ivaniš, Gorica R.. "Thermodynamic and transport properties of biodiesel and biodiesel and petrodiesel blends at high pressures.", Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки факултет, 2016](#)

11 words / < 1% match - Internet

[Perović, Vladimir R.. "Development of multifunctional bioinformaticsplatform based on electron-ion interaction potential of biological molecules", Универзитет у Београду, Математички факултет, 2013](#)

11 words / < 1% match - Internet from 26-Feb-2020 12:00AM
fedorabg.bg.ac.rs

10 words / < 1% match - Internet
[Batinić, Bojan. "The influence of modulation of \[alpha\]5 subunit-containing GABAa receptors on behavioral changes in rats prenatally exposed to the effects of lipopolysaccharide", Универзитет у Београду, Фармацеутски факултет, 2017](#)

10 words / < 1% match - Internet from 16-Apr-2021 12:00AM
fedorabg.bg.ac.rs

8 words / < 1% match - Internet from 29-Oct-2022 12:00AM
fedorabg.bg.ac.rs

8 words / < 1% match - Internet
[Kovačević, Vesna V.. "Diagnostics and applications of dielectric barrier discharge in contact with water.", Универзитет у Београду, Физички факултет, 2018](#)

8 words / < 1% match - Internet
[Kurko, Sandra V.. "Influence of boron induced modification in MgH2 structure on dehydrogenation process", Универзитет у Београду, Факултет за физичку хемију, 2015](#)

8 words / < 1% match - Internet
[Grujić, Aleksandar S.. "Dynamic mechanical properties of hybrid magnetic composite materials with polymer matrix", Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки факултет, 2009](#)

26 words / < 1% match - Internet
[Aćimović, Milica G.. "Productivity and quality of caraway, anise and coriander in organic agriculture", 'National Library of Serbia', 2013](#)

11 words / < 1% match - Internet
[Obradov, Marko. "Plasmonic structures for enhancement of semiconductor infrared detectors.", Универзитет у Београду, Електротехнички факултет, 2016](#)

9 words / < 1% match - Internet
[Fišeković-Kremić, Marina B.. "Identify predictors of workplace violence of employees in primary health care in Belgrade", Универзитет у Београду, Медицински факултет, 2017](#)

7 words / < 1% match - Internet
[Gajić-Kvašček, Maja. "Non-destructive characterisation of archaeological ceramic artefacts and sourcing the origin using pattern recognition methods", 'National Library of Serbia', 2013](#)

7 words / < 1% match - Internet

[Pavun, Leposava. "Spectrofluorimetric investigation of complex compounds of morin, hesperidin and quercetin with aluminium", Универзитет у Београду, Факултет за физичку хемију, 2013](#)

7 words / < 1% match - Internet

[Mlinar, Saša V.. "The influence of high vitamine c doses on neutrophil granulocytes functions in cows with subclinical masitis", Универзитет у Београду, Факултет ветеринарске медицине, 2016](#)

6 words / < 1% match - Internet

[Molnar, Dejan. "Regional inequalities and economic growth : the example of Serbia", Универзитет у Београду, Економски факултет, 2013](#)

70 words / < 1% match - from 08-Apr-2023 12:00AM

[nardus.mpn.gov.rs](#)

33 words / < 1% match - Internet

[Vasiljević, Milica. "Development of new methods for determination of parameters in the cathode sheath region of an abnormal glow discharge", Универзитет у Београду, Физички факултет, 2021](#)

20 words / < 1% match - Internet

[Miletić, Katarina. "Nondestructive optical method for plant overall health evaluation", Универзитет у Београду, Физички факултет, 2022](#)

16 words / < 1% match - Internet

[Spasić, Kosta. "Diagnostics of assymetrical and plan parallel radiofrequency plasma systems with a goal of defining plasma chemical processes during treatments of both organic and inorganic samples", Универзитет у Београду, Физички факултет, 2022](#)

11 words / < 1% match - Internet from 11-Nov-2022 12:00AM

[nardus.mpn.gov.rs](#)

9 words / < 1% match - Internet from 24-Sep-2022 12:00AM

[nardus.mpn.gov.rs](#)

9 words / < 1% match - Internet from 11-Nov-2022 12:00AM

[nardus.mpn.gov.rs](#)

8 words / < 1% match - Internet from 29-Oct-2022 12:00AM

[nardus.mpn.gov.rs](#)

8 words / < 1% match - Internet from 10-Jul-2020 12:00AM

[nardus.mpn.gov.rs](#)

8 words / < 1% match - Internet from 23-Sep-2022 12:00AM
nardus.mpn.gov.rs

132 words / < 1% match - Crossref
[Kristina Mojsilović, Nenad Tadić, Uroš Lačnjevac, Stevan Stojadinović, Rastko Vasilić. "Characterization of Al W oxide coatings on aluminum formed by pulsed direct current plasma electrolytic oxidation at ultra-low duty cycles", Surface and Coatings Technology, 2021](#)

92 words / < 1% match - Internet from 13-Feb-2023 12:00AM
www.researchgate.net

36 words / < 1% match - Internet from 22-Feb-2023 12:00AM
www.researchgate.net

58 words / < 1% match - Crossref
[Kristina Mojsilović, Jovica Jovović, Stevan Stojadinović, Rastko Vasilić. "Micro-second range pulsed DC plasma electrolytic oxidation on Ti and Nb", Solid State Sciences, 2022](#)

24 words / < 1% match - Internet from 14-Mar-2020 12:00AM
www.mdpi.com

10 words / < 1% match - from 22-Dec-2023 12:00AM
www.mdpi.com

9 words / < 1% match - Internet from 28-Sep-2022 12:00AM
www.mdpi.com

8 words / < 1% match - Internet from 17-Jul-2022 12:00AM
www.mdpi.com

27 words / < 1% match - Internet
[Jovović, Jovica. "Development of spectroscopic methods for low temperature plasma diagnostics", 'National Library of Serbia', 2013](#)

8 words / < 1% match - Internet
[Mirković, Miljana M.. "Synthesis, characterization and application of monetite and Sr-phosphate materials", Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет, 2017](#)

6 words / < 1% match - Internet
[Čiča, Zoran G.. "Implementation of packet processing functions in high capacity internet routers.", 'National Library of Serbia', 2012](#)

32 words / < 1% match - Internet

[Srebrenkoska, Vineta, Fidancevska, Emilija. "Environmental issues in materials science and engineering", Engineers Society of Corrosion, 2013](#)

24 words / < 1% match - ProQuest

[Bjedov, Sinisa. "Razvoj tehnoloskih postupaka u cilju prevencije nastanka tabanskih lezija brojlerskih pilica.", University of Novi Sad \(Serbia\), 2020](#)

17 words / < 1% match - ProQuest

[Nakomcic, Jelena. "Proucavanje korozije bakra u prisustvu odabranih derivata tiazola.", University of Novi Sad \(Serbia\), 2020](#)

15 words / < 1% match - Crossref

[Kristina Mojsilović, Nikola Božovića, Srna Stojanović, Ljiljana Damjanović-Vasilić et al. "Zeolite-containing photocatalysts immobilized on aluminum support by plasma electrolytic oxidation", Surfaces and Interfaces, 2021](#)

11 words / < 1% match - Crossref

[Svetlana Lazić, Mirjana Matović, Otilia Velišek-Braško. "Integration of movements in methodical activities of students of a pre-school teacher college", TIMS. Acta, 2019](#)

11 words / < 1% match - Internet

[Lu, Xiaopeng. "Plasma Electrolytic Oxidation \(PEO\) Coatings on a Mg Alloy from Particle Containing Electrolytes", 2017](#)

10 words / < 1% match - ProQuest

[Brkic, Aleksandar. "Model upravljanja održavanjem sistema dizalcnog transporta.", University of Novi Sad \(Serbia\), 2020](#)

10 words / < 1% match - ProQuest

[Vujovic, Vladimir. "Modelom upravljani razvoj arhitekture Senzor Veb mreza.", University of Novi Sad \(Serbia\), 2020](#)

10 words / < 1% match - Internet from 11-Dec-2022 12:00AM

profdoc.um.ac.ir

10 words / < 1% match - Internet from 19-Nov-2020 12:00AM

repozitorij.rgn.unizg.hr

10 words / < 1% match - Internet

[Hribar, Dejan. "The analysis of the impact at low temperatures on the characteristics of bituminous mixtures for wearing courses on pavements", D. Hribar, 2015](#)

10 words / < 1% match - Internet from 10-Feb-2023 12:00AM
www.ff.bg.ac.rs

9 words / < 1% match - ProQuest
[Aleksic, Dejan. "Konvolucije eksternih faktora u oceni rizika vanrednih dogadaja na zeleznici.", University of Novi Sad \(Serbia\), 2020](#)

9 words / < 1% match - ProQuest
[Bajatovic, Dusan. "Modeli Tranzicije i Predvidanja Sistema Snabdevanja Prirodnim Gasom", University of Novi Sad \(Serbia\), 2022](#)

9 words / < 1% match - Internet from 15-Feb-2015 12:00AM
forum.cdm.me

9 words / < 1% match - Internet from 29-Jan-2020 12:00AM
repozitorij.unios.hr

9 words / < 1% match - Internet
[Cindrić, Ante. "An overview of the ability of fire fighting techniques with respect to the existing forest fire protection infrastructure", University of Zagreb. Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering., 2019](#)

9 words / < 1% match - Internet from 03-Sep-2022 12:00AM
www.croso.gov.rs

9 words / < 1% match - Internet from 26-Aug-2021 12:00AM
www.paragraf.ba

8 words / < 1% match - ProQuest
[Gavanski, Lazar. "Određivanje Starkovih polusirina spektralnih linija jonizovanog kiseonika i silicijuma, emitovanih iz plazme proizvedene u elektromagnetnoj udarnoj T-cevi.", University of Novi Sad \(Serbia\), 2020](#)

8 words / < 1% match - ProQuest
[Ikonic, Bojana. "Modelovanje i optimizacija procesa mikrofiltracije suspenzija pšenice skroba.", University of Novi Sad \(Serbia\), 2020](#)

8 words / < 1% match - ProQuest
[Popovic, Vladimir. "Razvoj modela za organizaciju taksi transporta putnika", University of Novi Sad \(Serbia\), 2020](#)

8 words / < 1% match - ProQuest
[Vlajkov, Vanja. "Razvoj Tehnologije Proizvodnje Agenasa bioloske Kontrole Toksigenih Izolata Roda Aspergillus", University of Novi Sad \(Serbia\), 2022](#)

8 words / < 1% match - Internet

[Krstić, Jovana N.. "Mineralni i polifenolni profil zelenog, crnog, biljnih i voćnih filter čajeva i njihov antioksidativni kapacitet", Univerzitet u Nišu, Prirodno-matematički fakultet, 2017](#)

8 words / < 1% match - Internet

[Vujačević, Jelena. "Modification of structure and photoactivity of titanium\(IV\) oxide nanotubes by doping and applying of photosensitive components", Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, 2020](#)

8 words / < 1% match - Internet from 10-Oct-2020 12:00AM

poincare.matf.bg.ac.rs

8 words / < 1% match - Internet from 31-Mar-2021 12:00AM

qdoc.tips

8 words / < 1% match - Internet from 31-Jan-2020 12:00AM

repozitorij.pmf.unizg.hr

8 words / < 1% match - Internet from 14-Jun-2022 12:00AM

uvidok.rcub.bg.ac.rs

8 words / < 1% match - Internet from 07-Nov-2018 12:00AM

vujovictavel.co.rs

7 words / < 1% match - ProQuest

[Babovic, Stanic Ksenija. "Kontrastom Indukovana Nefropatija Kao Prediktor Akutizacije bubrezne Insuficijencije, Komplikacija i Mortaliteta Posle kardiohirurških Operacija", University of Novi Sad \(Serbia\), 2021](#)

7 words / < 1% match - Internet from 29-Nov-2020 12:00AM

repozitorij.svkst.unist.hr

6 words / < 1% match - Crossref

[Kristina Mojsilović, Stevan Stojadinović, Rastko Vasilić. "The Plasma Electrolytic Oxidation of Aluminum Using Microsecond-Range DC Pulsing", Metals, 2023](#)

6 words / < 1% match - ProQuest

[Milojkov, Dusan. "Dobijanje Nanofosfora Na Bazi Fluorapatita Dopirani Pr3+ Jonima Za Bio-Medicinske Primene", University of Novi Sad \(Serbia\), 2021](#)

6 words / < 1% match - ProQuest

[Obrenic, Marko. "Proraun Kratkih Spojeva Sa Uvaznim Neizvesnostima Proizvodnje i Potrosnje.", University of Novi Sad \(Serbia\), 2021](#)

6 words / < 1% match - ProQuest

[Rajic, Milena. "Model Upravljanja Tokovima Energije u Industrijskim Sistemima.", University of Novi Sad \(Serbia\), 2020](#)

paper text:

UNIVERZITET U BEOGRADU FIZIČKI FAKULTET Kristina **M**

. Mojsilović PROCES PLAZMENE ELEKTROLITIČKE OKSIDACIJE (PEO) U USLOVIMA NISKO I ULTRA-NISKO
IMPULSNOG ELEKTRIČNOG OPTEREĆENJA

doktorska disertacija Beograd, 2024. **UNIVERSITY OF BELGRADE FACULTY OF PHYSICS** Kristina **M**

. Mojsilović

PULSED DIRECT CURRENT PLASMA ELECTROLYTIC OXIDATION (PEO) AT LOW AND ULTRA-LOW DUTY CYCLES

Doctoral Dissertation Belgrade, 2024. **Mentor doktorske disertacije: Prof. dr** Rastko Vasilić, **redovni profesor Fizički fakultet Univerziteta u Beogradu Komisija za odbranu doktorske disertacije**

: Prof. dr Stevan Stojadinović, redovni profesor Fizički fakultet Univerziteta u Beogradu Dr Nenad Tadić, docent Fizički fakultet Univerziteta u Beogradu Dr Nenad Radić, naučni savetnik Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju Univerziteta u Beogradu

Ova doktorska disertacija izrađena **je u Laboratoriji za primenjenu fiziku i metrologiju Fizičkog fakulteta Univerziteta u Beogradu**. Najdublju zahvalnost dugujem **svom mentoru, prof. dr**

Rastku Vasiliću, za podršku i poverenje. Iskreno sam zahvalna

i svim kolegama iz laboratorije **za podršku i razumevanje tokom izrade disertacije**

. Posebno sam zahvalna svojim najdražim kolegama Marti Bukumiri i Stevanu Peciću, kao jednim od najlepših delova studiranja na Fizičkom fakultetu. Duboku zahvalnost dugujem i svim drugim saradnicima na radovima koji čine ili ne čine ovu doktorsku disertaciju. Zahvaljujem se dr Stevanu Stojadinoviću, dr Nenadu Tadiću, dr Nenadu Radiću, dr Jovici Jovoviću, dr Urošu Lačnjevcu i prof dr Mihailu Želudkeviću. Hvala i dr Vojčehu Stepniovskom, dr Mariji Serdečnovoj i dr Karstenu Blavertu za značajan doprinos i podstek u razvoju moje buduće naučne karijere.

Sve ovo ne bi bilo moguće bez moje porodice