

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ – ФАКУЛТЕТ ЗА ФИЗИЧКУ ХЕМИЈУ НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

На X редовној седници Наставно-научног већа Факултета за физичку хемију Универзитета у Београду, одржаној 19. 07. 2021. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед и оцену докторске дисертације мастер физикохемичара Жељка Рашковић-Ловре под насловом: „**Утицај структурних параметара на десорпционе и оптичке карактеристике танких филмова Mg-H и Mg-Ni-H синтетисаних реактивним магнетронским распршивањем**“. Израда докторске дисертације под наведеним насловом одобрена је одлуком Наставно-научног већа са IX редовне седнице од 14.06. 2021. године. На основу те одлуке, Веће научних области природних наука Универзитета у Београду је на седници одржаној 24. 06. 2021. године дало сагласност да се прихвати предложена тема докторске дисертације. На основу прегледа и анализе докторске дисертације, подносимо Наставном-научном већу следећи

ИЗВЕШТАЈ

А. Приказ садржаја дисертације

Докторска дисертација Жељке Рашковић-Ловре написана је на 84 стране куцаног текста према Упутству за обликовање докторске дисертације Универзитета у Београду и садржи следеће делове: насловне странице на српском и енглеском језику (2 стране), страницу са информацијама о менторима и члановима комисије (1 страна), захвалницу (1 страна), странице са подацима о докторској дисертацији на српском и енглеском језику (2 стране), садржај (2 стране), предговор (3 стране). Текст рада по поглављима је подељен на: **Увод** (16 страна), **Циљ рада** (1 страна), **Експериментални део** (8 страна), **Резултати и дискусија** (40 страна), **Општа дискусија и упоредни приказ резултата** (5 страна), **Закључак** (2 стране) и **Литература** (217 навода, 12 страна). Кандидаткиња је уз текст дисертације приложила Биографију и изјаве прописане од стране Универзитета. Дисертација садржи укупно 44 слике и 13 табела, од којих су 33 слике и 6 табела резултат истраживања кандидаткиње.

У **Уводу** је описана проблематика преласка на алтернативне обновљиве изворе енергије као што је водонична енергија и проблем самог складиштење водоника. Показано је да материјали који задовољавају највише захтева у смеру комерцијализације овог вида енергије, су материјали базирани на чврстој матрици магнезијума у виду хидрида и у нанометарској скали. У првом делу приказани су резултати за једињења магнезијум-дихидрида и магнезијум-никл-хидрида који су до сада добијени у литератури. Објашњено је како промена величине честица и структуре доводи до промене термичких особина материјала као и кинетике реакције десорпције водоника. Други део увода бави се литературним прегледом оптичких особина материјала базираних на магнезијуму, односно карактеристикама које испољавају танки филмови сличне композиције. Истакнут је значај структуре танких филмова, превлака, дебљине и степена кристаличности на десорпционе и оптичке особине ових једињења.

Поглавље **Експериментални део** се састоји од прегледа метода коришћених за израду, модификацију и карактеризацију десорпционих и оптичких карактеристика танких филмова. У првом делу описан је метод синтезе материјала. Такође, описан је уређај којим је извршена модификација јонским бомбардовањем снопом Ag јона и дати су прорачуни којим се израчунавају неопходни параметри овог процеса како би се спровела жељена модификација у Mg-H узорцима. У другој целини су представљене методе које су коришћене за карактеризацију материјала као што су рендгеноструктурна анализа (РСА), као и друге методе: РСА под малим

углом као и *in situ* PCA, на основу којих је добијен увид у структуру материјала и параметри структуре (величина кристалита, кристална структура, процес кристализације) пре и после модификације и кристализације узорака. Методом Радерфордовога повратног расејања утврђен је хемијски састав Mg-Ni-H. Трансмисионом микроскопијом добијени су подаци о микроструктури и присуству фаза у материјалима. Инфрацрвена спектроскопија са Фуријеовом трансформацијом је коришћена ради испитивања промене у хемијским везама и окружењу око јона услед кристализације Mg-Ni-H. У трећој целини дат је преглед метода којим се добијају подаци о термодинамичким својствима ових материјала. Коришћене методе су: десорпциона скенирајућа калориметрија (ДСК) и температурско-програмирана десорпција спрегнута са оптичким микроскопом.

Поглавље **Резултати и дискусија** обухвата добијене резултате испитивања ових танких филмова. Први део поглавља садржи резултате испитивања термодинамичких и оптичких особина модификованог и немодификованих Mg-H танких филмова, са дискусијом о утицају промена у структури и имплементираним дефектима на поменуте карактеристике филмова. У другом делу поглавља дати су резултати испитивања Mg-Ni-H танких филмова који су подвргнути различитим термичким обрадама – анилирањем материјала, које доводе до промене у степену кристаличности. Са овим променама у структури долази до испољавања различитих десорпционих и оптичких карактеристика ових филмова. Дискусија је заснована на поређењу резултата са литературном приказу датом у поглављу Увод.

У делу **Закључци** су сумирани сви закључци изведени на основу резултата приказаних у докторској дисертацији.

У поглављу **Литература** су наведене цитиране референце по редоследу њиховог појављивања.

Б. Опис резултата дисертације

У дисертацији је разматран утицај структурних параметара на десорпционе и оптичке карактеристике танких филмова базираних на магнезијуму. Ови материјали су сматрани као потенцијални системи за складиштење водоника и стога је неопходно утврдити како структурни параметри одређују поменуте карактеристике, поготово температуру десорпције. Mg-H и Mg-Ni-H танки филмови су од посебног значаја услед релативно повољних својстава као што су количина водоника, сорпционе и кинетичке карактеристике ових једињења.

Танки филмови су синтетисани реактивним магнетронским распршивањем. Mg-H филмови су затим модификовани јонским бомбардовањем Ar јонима јачине 60 keV. Енергија упадних јона добијена је на основу SRIM прорачуна како би се модификација извршила само у површинским и потповршинским слојевима филма. Структурне карактеристике модификованог и немодификованог узорка су испитивани трансмисионом микроскопијом (ТЕМ) и одређен је степен модификације узорка. Утврђено је нарушавање кристалне структуре услед депоновања термалне енергије у модификованом узорку. Такође, потврђено је присуство магнезијум-оксидне фазе у оба узорка. Десорпциона и оптичка својства ових узорака су одређене помоћу десорпционе скенирајуће калориметрије као и температурско-програмиране десорпције спрегнуте са оптичким микроскопом. Неизотермалном анализом модификованог и немодификованог узорка показана је промена у температури десорпције, где је дошло до снижења од 10 степени код десорпције водоника из модификованог узорка. Изотермалним испитивањем десорпционих карактеристика на $T=400$ °C показано је да је брзина отпуштања водоника 10 пута бржа из модификованог узорка него из немодификованог, потврђујући утицај дефектне структуре на десорпциона својства. Промена у вредностима привидне енергије активације и Аврамијевог коефицијента, указују на промену у доминантном ступњу који утиче

на одигравање десорпционе реакције. Предложене су вредности кинетичких параметара и могућност како се вредности смењују у току изотермалног испитивања. Указано је да ограничавајући ступањ у овако комплексној реакцији није лако предложити, као и да теорија о постојању само једног ступња није валидна услед варијабилности присутних доминантних ступњева у току једног процеса. Даљим испитивањем десорпционих својстава на $T=380\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $T=420\text{ }^{\circ}\text{C}$, утврђено је да је период инкубације драстично умањен са порастом температуре, са 1020 s на 60 s за поменуте температуре.

Испитивањем оптичких својстава Mg-H показана је промена у боји узорка приликом периода инкубације. С обзиром да до нуклеације долази тек касније, тј. у следећој фази, овим резултатом се потврђује хипотеза да се отпуштање водоника одвија путем формирања суб-стехиометријских форми MgH_2 , односно $\text{MgH}_{2.6}$. Боја узорка се разликује од самог почетка загревања што означава да се енергетски процеп разликује у ова два узорка. Теоријским прорачунима је показано да већ концентрација од 3,125 % водоничних ваканција доводи до промене у оптичком, односно видљивом делу спектра.

Mg-Ni-H танки филмови синтетисани су са циљем повећања удела магнезијума у узорцима, како би се наградила магнезијум-дихидридна фаза и тиме се повећао масени удео водоника у узорку. Стога, однос Mg:Ni је одређен Радерфордовом анализом повратно расејаних јона и утврђено је да однос износи 2,5. Детаљним испитивањем микроструктуре употребом методе РСА под малим углом, као и *in situ* РСА показано је да иницијално синтетисан узорак не поседује задовољавајући степен кристаличности. Стога, узорак је подвргнут термичком третману односно анилирању како би се постигла кристална структура, повећала отпорност ка кисеонику из спољашње средине и поспешила стабилност. Анилирањем је постигнута кристална кубна структура која се јавља на температурама већим од $220\text{ }^{\circ}\text{C}$. Међутим, ова структура у датим танким филмовима представља стабилну и нереверзибилну форму на нормалној температури. Анализом микроструктуре употребом ТЕМ методе показано је да су Mg-Ni-H филмови кристални одмах после синтезе али са малим степеном кристаличности, што се показује као аморфна структура при рендгеноструктурној анализи. Такође је показано да филмови поседују одређени степен порозности, који се приписује параметрима и врсти синтезе. Испитивањем оптичких својстава након анилирања показано је да филмови мењају боју при сваком кораку анилирања и то са променама из тамно браон, преко наранцасте, до потпуно жуте, при чему је задржана транспарентност узорка. Испитивањем карактера хемисјких веза методом инфрацрвене спектроскопије показано је да долази до промене ригидности Ni-H везе у испитиваном танком филму. Датим резултатима је доказано да промена у положају комплекса као и положај H око Ni доводи до промене у енергетском процепу овог филма који је условљен степеном анилирања и самим тим долази и до промене боје узорка. Овом анализом је и први пут утврђено присуство MgH_2 фазе у овом систему, што имплицира да је количина награђене фазе јако мала и испод лимита за све претходно коришћене рендгеноструктурне анализе. Дата кристална структура узорка жуте боје показује присуство термохромног као и фотохромног ефекта који до сада нису били показани односно испитивани у овим танким филмовима у литератури. Показано је да термохромни ефекат поседује реверзибилни карактер што није случај за фотохромни ефекат који зависи од величине површине изложене сунчевој светлости.

Испитивањем термичких особина овог система показано је да узорак пре и после анилирања десорбује путем формирања нуклеуса правилног облика. Међутим, температура десорпције је уско повезана са претходним термичким третманом којем је узорак изложен. Стога, три припремљена узорка са различитим степеном кристаличности - анилираности показују различите температуре десорпције, као и брзину отпуштања водоника. Овим је показан утицај структурних параметара на десорпциона својства Mg-Ni-H танких филмова. За разлику од претходног Mg-H филма, овај систем не показује промену боје приликом загревања.

Такође, испитивана је и зависност врсте анилирања на поменуте особине ових система. Упоредним приказом резултата добијених за оба испитивана система танких филмова на бази магнезијума је доказано како границе зрна као и други структурни дефекти условљавају оптичке и десорпционе карактеристике.

В. Упоредна анализа резултата дисертације са подацима из литературе

Проналажење адекватног материјала за складиштење водоника је и даље актуелан проблем. Последњих деценија највише пажње усмерено је на испитивање Mg-H услед великог масеног удела водоника (7,6 mas%), реверзибилне кинетике, ниске цене и велике доступности у природи. Такође се испитује и Mg-Ni-H систем који има доста мањи капацитет водоника (3,6 mas%), али и нижу енталпију формирања и температуру десорпције од око 300°C [1]. Може се рећи да главну препреку комерцијализацији ових хидрида представља релативно висока стабилност на собној температури, спорија сорпциона кинетика, као и висока температура десорпције од преко 300 °C [1]. Наноструктурирање материјала доводи до побољшања претходно поменутих карактеристика [1] међутим некатализовани филмови, као приоритет у испитивању разлика између нанопрахова и танких филмова, нису интензивно истраживани. Стога, испитивани су танки филмови Mg-H и Mg-Ni-H, који су по својим карактеристикама једноставни за синтезу и погодни су за испитивање утицаја структурних параметара на десорпционе особине [2] без употребе каталитичких превлака. Овим се омогућило директно испитивање утицаја структурних параметара на десорпционе и оптичке карактеристике филмова.

У овој дисертацији постигнуто је смањење температуре десорпције у случају Mg-H филмова за око 10 степени, као и 10 пута брже ослобађање водоника из модификованог филма. Индуковањем дефеката у потповршинским слојевима материјала извршеног употребом јонског бомбардовања је довело до позитивних промена у систему, као што је показано на наноправима [3], и постигнуте су ниже температуре десорпције од до сада објављиваних [4], [5]. Нарушавање стехиометријског односа Mg:Ni у Mg-Ni-H танким филмовима, зарад формирања побољшаног материјала за складиштење водоника са повећаним капацитетом водоника, није испитивано на танким филмовима у литератури. У дисертацији је показано да Mg-Ni-H танки филмови десорбују на различитим температурама у зависности од степена кристаличности, односно узорак који је испитиван одмах после синтезе показује доста вишу температуру ослобађања водоника него узорак који је подвргнут двостепеном термичком третману на T=220 °C и T=290 °C, чиме долази до помераја у температури десорпције за око 50 °C уколико се разматрају високо температурски максимуми за поређење. Иако се десорпција одвија из кубне структуре, температура десорпције добијена ДСК методом од 212°C је нижа него десорпциона температура Mg-Ni-H интерметалика која износи 303°C [5]. Код Mg-Ni-H поликристалних танких филмова присутна је висока концентрација граница зрна путем којих се преферентно врши дифузија водоника, што је и литературно доказано [6].

Промена у структури материјала и нуклеација нових фаза насталих услед десорпције водоника, могуће је пратити преко промена оптичких особина филмова [7], [8] у трансмисији. Међутим, у литератури до сада није пријављена промена боје Mg-H филмова и овај феномен је први пут објашњен у дисертацији. Наиме, промена у електронској структури последица је десорпције водоника које се одвија стварањем суб-стехиометријских фаза MgH₂ (MgH₂-δ). Десорпција даје другачији енергетски процеп и мења се апсорпција таласне дужине што се манифестује променом боје односно променом оптичких својстава филмова. Утицај структурних параметра односно, присуство и/или увођење дефеката и ваканција у структуру, као и формирање

метастабилних суб-стехиометријских једињења $MgH_{2.8}$ су важни параметри који одређују оптичке, кинетичке и термодинамичке особине сорпционих реакција [3], [9], [10].

С друге стране, Mg-Ni-H филмови имају стабилну структуру и након анилирања, код ових танких филмова је први пут уочен феномен реверзибилног термохромног ефекта. Појава термохромног ефекта је објашњена положајем комплекса и утицајем на вибрационе и истежуће модове Ni-H веза. Такође, не постоје литературни подаци на за фотохромни ефекат, а који је такође уочен код овог система.

- [1] V. A. Yartys *et al.*, Magnesium based materials for hydrogen based energy storage: Past, present and future, *Int. J. Hydrogen Energy*, 44 (2019), 7809–7859. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2018.12.212>
- [2] J. R. Ares, F. Leardini, P. Díaz-Chao, I. J. Ferrer, J. F. Fernández, and C. Sánchez, Non-isothermal desorption process of hydrogenated nanocrystalline Pd-capped Mg films investigated by Ion Beam Techniques, *Int. J. Hydrogen Energy*, 39 (2014), 2587–2596. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2013.11.130>
- [3] L. Matović *et al.*, Assessment of changes in desorption mechanism of MgH_2 after ion bombardment induced destabilization, *Int. J. Hydrogen Energy*, vol. 37 (2012), 6727–6732. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2012.01.084>
- [4] H. Shao, G. Xin, X. Li, and E. Akiba, Thermodynamic property study of nanostructured MgH, Mg-Ni-H, and Mg-Cu-H systems by high pressure DSC method, *J. Nanomater.*, 2013 (2013), 1–23. <https://doi.org/10.1155/2013/281841>
- [5] J. Čermák, L. Král, and B. David, Hydrogen diffusion in Mg_2NiH_4 intermetallic compound, *Intermetallics*, vol. 16 (2008), 508–517. <https://doi.org/10.1016/j.intermet.2007.12.010>
- [6] S. Alekseeva *et al.*, Grain boundary mediated hydriding phase transformations in individual polycrystalline metal nanoparticles, *Nat. Commun.*, 8 (2017), 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41467-017-00879-9>
- [7] L. Mooij and B. Dam, Nucleation and growth mechanisms of nano magnesium hydride from the hydrogen sorption kinetics, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 15 (2013), 11501–11510. <https://doi.org/10.1039/C3CP51735G>
- [8] J. Qu, Y. Wang, L. Xie, J. Zheng, Y. Liu, and X. Li, Superior hydrogen absorption and desorption behavior of Mg thin films, *J. Power Sources*, 186 (2009), 515–520. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2008.10.079>
- [9] L. Pasquini, The Effects of Nanostructure on the Hydrogen Sorption Properties of Magnesium-Based Metallic Compounds : A Review, 8 (2018), 1-28. <https://doi.org/10.3390/cryst8020106>
- [10] X. B. Xie *et al.*, First-principles studies in Mg-based hydrogen storage Materials: A review, *Energy*, 211 (2020), 118959. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118959>

Г. Научни радови и саопштења публиковани из резултата дисертације

Из резултата докторске дисертације кандидаткиње Жељке Рашковић-Ловре објављена су три рада у истакнутим међународним часописима (M22):

1. **Željka Rašković-Lovre**, T. T. Mongstad, S. Karazhanov, C. C. You, S. Lindberg, M. Lelis, D. Milcius and S. Deledda, **Annealing-induced structural rearrangement and optical band gap change in Mg–Ni–H thin films**, *Mater. Res. Express* 4 (2017) 016405. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/2053-1591/4/1/016405>
2. **Željka Rašković-Lovre**, Sandra Kurko, Nenad Ivanović, Jose Francisco Fernández, Jose-Ramon Ares, Sašo Šturm, Trygve Mongstad, Nikola Novaković, Jasmina Grbović Novaković

In-situ desorption of magnesium hydride irradiated and non-irradiated thin films: Relation to optical properties, Journal of Alloys and Compounds 695 (2017) 2381-2388.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925838816335964>

3. **Željka Rašković-Lovre**, Trygve Mongstad, Smagul Karazhanov, Simon Lindberg, Chang Chuan You, Stefano Deledda, **Thermochromic and photochromic colour change in Mg-Ni-H thin films**, Materials Letters 188 (2017) 403-405.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167577X16318420>

Саопштења на међународним конференцијама штампана у изводу (M34)

1. **Željka Rašković-Lovre**, Trygve Mongstad, Simon Lindberg, Stefano Deledda, Smagul Karazhanov, **Reactively deposited thin films of magnesium nickel hydride**, Joint event of the 11th Young Researchers onference Materials Science and Engineering and the 1st European Early Stage Researchers Conference on Hydrogen Storage, Belgrade, Serbia 3-5. December 2012, pg 153
2. **Željka Rašković-Lovre**, Sandra Kurko, Nenad Ivanović, Jasmina Grbović Novaković Jose Francisco Fernandez, Jose Ramon Ares Fernandez, Carlos Sancez, Nikola Novakovic, **Investigation of nucleation process in MgH₂ thin films**, Joint event of the 11th Young Researchers onference Materials Science and Engineering and the 1st European Early Stage Researchers Conference on Hydrogen Storage, Belgrade, Serbia 3-5. December 2012, pg 154

Д. Провера оригиналности докторске дисертације

На основу Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду и налаза у извештају из програма iThenticate којим је извршена провера оригиналности докторске дисертације „Утицај структурних параметара на десорпционе и оптичке карактеристике танких филмова Mg-H и Mg-Ni-H синтетисаних реактивним магнетронским распршивањем“, ауторке Жељке Рашковић-Ловре, констатујемо да утврђено подударање текста износи 4 %. Овај степен подударности последица је цитата, личних имена, библиографских података о коришћеној литератури, тзв. општих места и података, као и претходно публикованих резултата докторандових истраживања, који су проистекли из његове дисертације, што је у складу са чланом 9. Правилника.

На основу свега изнетог, а у складу са чланом 8. став 2. Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду, **изјављујем да извештај указује на оригиналност докторске дисертације, те се прописани поступак припреме за њену одбрану може наставити.**

Ђ. Закључак комисије

На основу изложеног може се закључити да резултати кандидаткиње Жељке Рашковић-Ловре представљају оригиналан и значајан научни допринос у области физичке хемије материјала. Из резултата дисертације кандидата проистекла су три научна рада у истакнутим међународним часописима (M22) и два саопштења са међународних скупова штампана у изводу (M34). У складу са наведеним, Комисија сматра да кандидаткиња испуњава услове за прихватање завршене докторске дисертације прописане од стране Универзитета у Београду и услове дефинисане Правилником о изради и оцени докторске дисертације на Факултету за физичку хемију Универзитета у Београду. На основу изложеног Комисија предлаже Наставно-научном

већу Факултета за физичку хемију Универзитета у Београду да рад Жељке Рашковић-Ловре под насловом „Утицај структурних параметара на десорпционе и оптичке карактеристике танких филмова Mg-H и Mg-Ni-H синтетисаних реактивним магнетронским распршивањем“ прихвати као дисертацију за стицање научног степена доктора физичкохемијских наука и одобри њену јавну одбрану.

Комисија:

Др Ивана Стојковић Симатовић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Факултет за физичку хемију

Др Сања Милошевић Говедаровић, научни сарадник
Универзитет у Београду, Институт за нуклеарне науке “Винча” - Институт од националног значаја за Републику Србију

Др Биљана Шљукић Паунковић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Факултет за физичку хемију

Прилог 1. – Комплетна библиографија кандидата

Радови у врхунском међународном часопису (M21)

1. Željka Rašković-Lovre, T. T. Mongstad, S. Karazhanov, C. C. You, S. Lindberg, M. Lelis, D. Milcius and S. Deledda, **Annealing-induced structural rearrangement and optical band gap change in Mg–Ni–H thin films**, Mater. Res. Express 4 (2017) 016405.
2. Željka Rašković-Lovre, Sandra Kurko, Nenad Ivanović, Jose Francisco Fernández, Jose-Ramon Ares, Sašo Šturm, Trygve Mongstad, Nikola Novaković, Jasmina Grbović Novaković **In-situ desorption of magnesium hydride irradiated and non-irradiated thin films: Relation to optical properties**, Journal of Alloys and Compounds 695 (2017) 2381-2388.
3. Željka Rašković-Lovre, Trygve Mongstad, Smagul Karazhanov, Simon Lindberg, Chang Chuan You, Stefano Deledda **Thermochromic and photochromic colour change in Mg-Ni-H thin films**, Materials Letters 188 (2017) 403-405.
4. Sandra Kurko, Igor Milanović, Sanja Milošević, **Željka Rašković-Lovre**, Jose Francisco Fernández, Jose Ramon Ares Fernandez, Ljiljana Matović, Jasmina Grbović Novaković **Changes in kinetic parameters of decomposition of MgH₂ destabilized by irradiation with C²⁺ ions**, International Journal of Hydrogen Energy, 38 (27) (2013) 12199 - 12206
5. Sandra Kurko, Annalisa Aurora, Daniele Mirabile Gattia, Vittoria Contini, Amelia Montone, **Željka Rašković-Lovre**, Jasmina Grbović Novaković **Hydrogen sorption properties of MgH₂/NaBH₄ composites**, International Journal of Hydrogen Energy, 38 (27) (2013) 12140 - 12145
6. Igor Milanović, Sanja Milošević, **Željka Rašković-Lovre**, Nikola Novaković, Radojka Vujasin, Ljiljana Matović, Jose Francisco Fernández, Carlos Sánchez, Jasmina Grbović Novaković **Microstructure and hydrogen storage properties of MgH₂-TiB₂ -SiC composites**, Ceramics International 39 (4) (2013) 4399 - 4405
7. Sanja Milošević, **Željka Rašković-Lovre**, Sandra Kurko, Radojka Vujasin, Nikola Cvjetičanin, Ljiljana Matović, Jasmina Grbović Novaković **Influence of VO₂ nanostructured ceramics on hydrogen desorption properties from magnesium hydride**, Ceramics International 39 (1) (2013) 51-56
8. Ljiljana Matović, Sandra Kurko, **Željka Rašković-Lovre**, Radojka Vujasin, Igor Milanović, Sanja Milošević, Jasmina Grbović Novaković **Assessment of changes in desorption mechanism of MgH₂ after ion bombardment induced destabilization**, Int. J. Hyd. Energy 37 (8) (2012) 6727-6732
9. Jelena Gulicovski, **Željka Rašković-Lovre**, Sandra Kurko, Radojka Vujasin, Zoran Jovanović, Ljiljana Matović, Jasmina Grbović Novaković **Influence of vacant CeO₂ nanostructured ceramics on MgH₂ hydrogen desorption properties**, Ceramics International 38 (2) (2012) 1181-1186
10. Sandra Kurko, **Željka Rašković**, Nikola Novaković, Bojana Paskaš Mamula, Zoran Jovanović, Zvezdana Bašćarević, Jasmina Grbović Novaković, Ljiljana Matović **Hydrogen storage properties of MgH₂ mechanically milled with α and β SiC**, Int. J. Hyd. Energy 36 (1) (2011) 1184-1189.

Радови објављени у међународним часописима (M23)

1. Jasmina Grbović Novaković, Sandra Kurko, **Željka Rašković-Lovre**, Sanja Milošević, Igor Milanović, Zoran Stojanović, Radojka Vujasin, Ljiljana Matović
Changes in Storage Properties of Hydrides Induced by Ion Irradiation, MATERIALS SCIENCE (MEDŽIAGOTYRA) 19 (2) 2013, 134-139, ISSN 1392–1320
1. Sandra Kurko, Ljiljana Matović, Radojka Vujasin, Igor Milanović, **Željka Rašković-Lovre**, Nenad Ivanović, Jasmina Grbović Novaković
Aging Effects in Irradiated MgH₂: Connection to Hydrogen Production, MATERIALS SCIENCE (MEDŽIAGOTYRA) 19 (2) 2013, 349-353, ISSN 1392–1320.

Саопштења на међународним конференцијама штампана у целини (M33)

1. S. Milošević, R. Vujasin, Lj. Matović, **Ž. Rašković-Lovre**, L. Pasquini, J. Grbović Novaković
Remarkable sorption properties of MgH₂-VO₂ nanocomposites
12th International conference on Fundamental and Applied Aspects of Physical Chemistry
Belgrade, Serbia, September 22-26, 2014, pg. 691-694

Саопштења на међународним конференцијама штампана у изводу (M34)

1. **Željka Rašković-Lovre**, Trygve Mongstad, Simon Lindberg, Stefano Deledda, Smagul Karazhanov
Reactively deposited thin films of magnesium nickel hydride,
Joint event of the 11th Young Researchers onference Materials Science and Engineering and the 1st European Early Stage Researchers Conference on Hydrogen Storage, Belgrade, Serbia 3-5. December 2012, pg 153
2. **Željka Rašković-Lovre**, Sandra Kurko, Nenad Ivanović, Jasmina Grbović Novaković Jose Francisco Fernandez, Jose Ramon Ares Fernandez, Carlos Sancez, Nikola Novakovic
Investigation of nucleation process in MgH₂ thin films,
Joint event of the 11th Young Researchers onference Materials Science and Engineering and the 1st European Early Stage Researchers Conference on Hydrogen Storage, Belgrade, Serbia 3-5. December 2012, pg 154
3. S. Milošević, **Ž. Rašković-Lovre**, I. Milanović, A. Đukić, R. Vujasin, Lj. Matović, J. Grbović Novaković
Kinetic investigation of hydrogen storage properties of MgH₂-TiB₂ composite, Euro-mediterranean Hydrogen Technologies Conference 2012 (EMHyTeC 2012), Hammamet, Tunisia, 11-14 Septembar 2012, pg. 153-155
4. Lj. Matović, S. Kurko, R. Vujasin, I. Milanović, **Ž. Rašković-Lovre**, S. Milošević, J. Grbović Novaković
Changes in kinetic parameters of dehydration of MgH₂ destabilized by irradiation with C₂₊ ions, Euro-mediterranean Hydrogen Technologies Conference 2012 (EMHyTeC 2012), Hammamet, Tunisia, 11-14 Septembar 2012, pg. 134-135
5. Nikola Novaković, Jasmina Grbović Novaković, **Željka Rašković – Lovre**, Nenad Ivanović
Ab initio study of optical properties of substoichiometric MgH₂, The 3rd International conference of the physics of optical materials and devices ICOM 2012 Book of Abstract, Belgrade 03.09-06.09.2012 Pg 199
6. I. Milanović, R. Vujasin, S. Milošević, **Ž. Rašković-Lovre**, S. Kurko, Lj. Matović, J. Grbović Novaković

- Mechanical synthesis of magnesium based nanocomposites**, Thirteenth annual conference YUCOMAT 2011 Herceg Novi, September 5-9, 2011, Montenegro, pg. 150
7. I. Milanović, R. Vujasin, S. Milošević, **Ž. Rašković-Lovre**, S. Kurko, Lj. Matović, J. Grbović Novaković
Mechanochemical synthesis of MgH₂-TiB₂ composites for hydrogen storage, VII International Conference on Mechanochemistry and Mechanical Alloying INCOME 2011, Herceg Novi, August 31-September 3, 2011, pg. 57
 8. I. Milanović, R. Vujasin, S. Milošević, **Ž. Rašković**, S. Kurko, Lj. Matović, J. Grbović Novaković, A. Aurora, A. Montone
Mechanical milling of magnesium based composites for hydrogen storage, VII International Conference on Mechanochemistry and Mechanical Alloying INCOME 2011, Herceg Novi, August 31-September 3, 2011, pg. 76
 9. **Željka Rašković**, Sandra Kurko, Bojana Paskaš Mamula, Ljiljana Matović, Nikola Novaković, Radojka Vujasin and Jasmina Grbović Novaković
Improvement of hydrogen storage properties of MgH₂ by α and β -SiC, The book of abstract of 1st Conference of the Serbian Ceramic Society, Belgrade, Serbia 17-18.03.2011 pg.60
 10. Sanja Milošević, **Željka Rašković**, Sandra Kurko, Ljiljana Matović, Nikola Cvjetičanin and Jasmina Grbović Novaković
The influence of VO₂ on hydrogen desorption properties of MgH₂, The book of abstract of 1st Conference of the Serbian Ceramic Society, Belgrade, Serbia 17-18.03.2011 pg.49
 11. S. Milošević, **Ž. Rašković-Lovre**, I. Milanović, S. Kurko, R. Vujasin, Z. Bašćarević, Lj. Matović, J. Grbović Novaković.
Microstructure and hydrogen storage properties of MgH₂-TiB₂ composites, Proceedings of 10th Multinational Congress of Microscopy, Urbino 4-9.09.2011, Italy, pg.495
 12. **Ž. Rašković-Lovre**, S.Milošević, I. Milanović, S. Kurko, R. Vujasin, Z. Bašćarević, J. Grbović Novaković, Lj. Matović
Microstructure and hydrogen storage properties of MgH₂-TiB₂-SiC composites, Proceedings of 10th Multinational Congress of Microscopy, Urbino 4-9.09.2011, Italy, pg.507
 13. Lj. Matovic, S. Kurko, **Ž. Rašković**, Z. Bascarevic, N. Novakovic, J. Grbovic Novakovic
M21515 - Improvement of Hydrogen Storage Properties of MgH₂-SiC Accepted abstract, International conference of microscopy IMC 17, Rio de Jenairo, Brasil, september 19-24, 2010
 14. Sanja Milošević, **Željka Rašković**, Sandra Kurko, Ljiljana Matović, Nikola Cvjetičanin, Jasmina Grbović Novaković
Hydrogen desorption from MgH₂-VO₂ composite, Ninth Young Researchers Conference Materials Sciences and Engineering December 20-22, 2010, Belgrade, Serbia, pg. 33
 15. **Željka Rašković**, Sandra Kurko, Radojka Vujasin, Jelena Gulicovski, Sanja Milošević, Ljiljana Matović, Jasmina Grbović Novaković
Hydrogen storage properties of MgH₂-CeO₂ composites, Ninth Young Researchers Conference Materials Sciences and Engineering December 20-22, 2010, Belgrade, Serbia, pg. 33
 16. Lj. Matović, S. Kurko, **Ž. Rašković**, N. Novaković, Z. Jovanović, J.Grbović Novaković
Improvement of Hydrogen Storage Properties of MgH₂ by Formation of MgH₂-SiC Nanocomposite, 11th Eurasia Conference on Chemical Sciences, Amman, Jordan, 6-11.October 2010 pg. 132
 17. Lj. Matović, S. Kurko, **Ž. Rašković**, B. Paskaš Mamula, Z. Bašćarević, N. Novaković, J. Grbović Novaković

Improvement of Hydrogen Storage Properties of MgH₂ by α and β -SiC, 12th Annual Conference YUCOMAT 2010 Hotel "Plaža", Herceg Novi, Montenegro, September 6–10, 2010, Program and The Book of Abstracts pg. 114

18. S. Kurko, N. Novakovic, Lj. Matovic, **Ž. Rašković**, Z. Jovanovic, B. Matovic, J. Grbovic Novakovic

MgH₂:B Nanocomposite for hydrogen storage: Ab Initio Calculations and Experiment, International Symposium-Metal-Hydrogen Systems. Fundamentals and Application, Moscow, Russia, July 19-23, 2010, The Book of abstract pg. 366

Рад у часопису националног значаја (M52)

1. Radojka Vujasin, Sanja Milošević, Sandra Kurko, **Željka Rašković-Lovre**, Igor Milanović, Anđelka Đukić, Ljiljana Matović, Jasmina Grbović Novaković, **Načini skladištenja vodonika – izazovi današnjice**, Tehnika novi materijali, 2012

Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини (M63)

1. Sandra Kurko, **Željka Rašković**, Nikola Novaković, Jasmina Grbović Novaković, Ljiljana Matović
Microstructure Evolution of MgH₂ surface after N₃⁺ ion bombardment, Program i knjiga proširenih apstrakata, Četvrti srpski kongres za mikroskopiju 11-12. Oktobar 2010, Beograd, Srbija, strana 53
2. Sanja Milošević, **Željka Rašković**, Sandra Kurko, Ljiljana Matović, Jasmina Grbović Novaković, Nikola Cvjetičanin
Hydrothermal synthesis of VO₂, Program i knjiga proširenih apstrakata, Četvrti srpski kongres za mikroskopiju 11-12. Oktobar 2010, Beograd, Srbija, strana 59
3. **Željka Rašković**, Jelena Gulicovski, Sandra Kurko, Bojana Paskaš Mamula, Ljiljana Matović, Slobodan Milonjić
Microstructure Evolution in MgH₂ – CeO₂ composites during high energy mechanical milling, Program i knjiga proširenih apstrakata, Četvrti srpski kongres za mikroskopiju 11-12. Oktobar 2010, Beograd, Srbija, strana 95

Прилог 2 – образложење

ОЦЕНА ИЗВЕШТАЈА О ПРОВЕРИ ОРИГИНАЛНОСТИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

На основу Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду и налаза у извештају од 24.07.2021. године из програма iThenticate којим је извршена провера оригиналности докторске дисертације под насловом: „**Утицај структурних параметара на десорпционе и оптичке карактеристике танких филмова Mg-N и Mg-Ni-N синтетисаних реактивним магнетронским распршивањем**“ аутора Жељка Рашковић-Ловре констатујемо да утврђено подударање текста износи 4 %. Овај степен подударности последица је цитата, личних имена, библиографских података о коришћеној литератури, тзв. општих места и података, као и претходно публикованих резултата докторандових истраживања, који су проистекли из његове дисертације, што је у складу са чланом 9. Правилника.

На основу свега изнетог, а у складу са чланом 8. став 2. Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду, изјављујемо да извештај указује на оригиналност докторске дисертације, те се прописани поступак припреме за њену одбрану може наставити.

У Београду, 24.07.2021. године

Ментори

Др Ивана Стојковић Симатовић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Факултет за физичку хемију

Др Сања Милошевић Говедаровић, научни сарадник
Универзитет у Београду, Институт за нуклеарне науке “Винча” - Институт од националног значаја за
Републику Србију