

ТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ У БОРУ

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
Веће научних области техничких наука

(Број захтева)

(Датум)

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на одлуку о прихватању теме докторске дисертације и о одређивању ментора

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тач. 3. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета", број 186/15-пречишћени текст и 189/16), дате сагласност на одлуку о прихватању теме докторске дисертације:

ИСПИТИВАЊЕ МИКРОСТРУКТУРЕ И ТОПЛОТНИХ ОСОБИНА ТРОЈНИХ ЛЕГУРА У СИСТЕМИМА Ag-In-Sn И Cu-In-Sn

НАУЧНА ОБЛАСТ: **Металуршко инжењерство**

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног од родитеља и презиме кандидата: **Кристина (Небојша) Божиновић**

2. Претходно образовање (назив и седиште факултета, студијски програм):

Технички факултет у Бору, Металуршко инжењерство

3. Година завршетка претходног нивоа студија: **2019.**

4. Година уписа на докторске студије: **2019.**

5. Назив студијског програма докторских студија: **Металуршко инжењерство**

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ:

Име и презиме ментора: **др Драган Манасијевић**

Звање: **Редовни професор**

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. **Manasijević, D.**, Marković, I., Cimpoesu, N., Chelariu, R., Stamenković, U., Balanović, L. and Gorgievski, M., 2025. Thermal Properties and Microstructure Evolution of the as-cast and Annealed Al–Cu–Si Eutectic Alloy. *International Journal of Thermophysics*, 46(10), p.149.
2. **Manasijević, D.**, Balanović, L., Marković, I., Gorgievski, M., Stamenković, U. and Kovačević, A., 2024. Thermal properties and microstructure of Al–Sn alloys. *Journal of Physics and Chemistry of Solids*, 195, p.112297.
3. **Manasijević, D.**, Balanović, L., Cimpoesu, N., Marković, I., Gorgievski, M., Stamenković, U. and Stepanović, A., 2025. Investigation of thermal properties of Al–Cu eutectic alloy for phase change energy storage applications. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 150(1), pp.77-85.
4. **Manasijević, D.**, Balanović, L., Marković, I., Minić, D., Premović, M., Đorđević, A., Gorgievski, M. and Stamenković, U., 2022. Microstructure and thermal properties of the Bi–Ag alloys. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 147(3), pp.1965-1972.
5. **Manasijević, D.**, Balanović, L., Marković, I., Gorgievski, M., Stamenković, U., Božinović, K., Minić, D. and Premović, M., 2022. Microstructural analysis and thermal conductivity of the Ag–Bi–Sn alloys. *Thermochimica Acta*, 717, p.179344.
6. **D. Manasijević**, Lj. Balanović, I. Marković, V. Ćosović, M. Gorgievski, U. Stamenković, K. Božinović, Thermal transport properties and microstructure of the solid Bi–Cu alloys, *Metallurgical and Materials Engineering*, 28 (3) (2022) 503-514. <https://doi.org/10.30544/841>
7. **Manasijević, D.**, Balanović, L., Marković, I., Gorgievski, M., Stamenković, U., Đorđević, A., Minić, D. and Ćosović, V., 2021. Structural and thermal properties of Sn–Ag alloys. *Solid State Sciences*, 119, p.106685.
8. **Manasijević, D.**, Balanović, L., Marković, I., Gorgievski, M., Stamenković, U. and Božinović, K., 2021. Microstructure, melting behavior and thermal conductivity of the Sn–Zn alloys. *Thermochimica Acta*, 702, p.178978.
9. **D. Manasijević**, D. Minić, Lj. Balanović, M. Premović, M. Gorgievski, Experimental Investigation and Thermodynamic Extrapolation of the Ga–Ge–Sb Phase Diagram, *Journal of Phase Equilibria and Diffusion*, 40 (1) (2019) 34-44. ISSN(1547-7037), IF(2020)1.468 <https://doi.org/10.1007/s11669-018-0685-5>
10. **Manasijević, D.M.**, Milošević, M.S., Balanović, L.T., Stamenković, U.S., Marković, M.S. and Marković, I.I., 2024. Thermal conductivity and microstructure of Bi–Sb alloys. *Hemijska industrija*, 78(1), pp.41-50.

Обавештавамо вас да је НАСТАВНО-НАУЧНО ВЕЋЕ ТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БОРУ на седници одржаној **27.11.2025.** размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације јер садржи оригиналну идеју и да је од значаја за развој науке, примену њених резултата, односно развој научне мисли уопште.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Дејан Таникић

- Прилог
1. Одлука Наставно-научног већа о прихватању теме и одређивању ментора
 2. Извештај Комисије о оцени научне заснованости теме докторске дисертације

Напомена: Факултет доставља Универзитету захтев са прилозима у електронској форми и у једном писаном примерку за архиву Универзитета

Универзитет у Београду
Технички факултет у Бору
Број: VI/4-4-6
Бор, 27. 11. 2025. године

На основу чл. 49. Статута Техничког факултета у Бору и чл. 35. Правилника о докторским студијама на Техничком факултету у Бору, Наставно-научно веће Факултета, на седници одржаној 27. 11. 2025. године, донело је

О Д Л У К У

I Прихвата се предлог о испуњености услова и о научној заснованости теме докторске дисертације кандидата **Кристине Божиновић** дипл. инж. металургије, студента докторских академских студија, студијског програма Металуршко инжењерство.

II Одобрава се именованој израда докторске дисертације под називом:
„Испитивање микроструктуре и топлотних особина тројних легура у системима Ag-In-Sn и Cu-In-Sn“

III За ментора се именује **др Драган Манасијевић** редовни професор на Универзитету у Београду - Техничком факултету у Бору.

IV Одлуку доставити надлежном Већу научне области Универзитета у Београду, ради давања сагласности.

Доставити:

- ВНО Универзитет у Београду
- именованом
- студентској служби
- архиви

ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО-НАУЧНОГ ВЕЋА

ДЕКАН

Проф. др Дејан Таникић

Универзитет у Београду
Технички факултет у Бору

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Извештај Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације кандидаткиње Кристине Божиновић, мастер инжењера металургије.

Одлуком Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору број: VI/4-2-15 донетој на седници одржаној 30.10.2025. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену научне заснованости предложене теме докторске дисертације кандидаткиње Кристине Божиновић, мастер инжењера металургије, студента докторских академских студија на студијском програму Металуршко инжењерство, под називом **„Испитивање микроструктуре и топлотних особина тројних легура у системима Ag-In-Sn и Cu-In-Sn“**. На основу достављеног материјала, приложеног уз захтев кандидаткиње, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1 Биографски подаци

Кристина (Небојша) Божиновић, рођена је 11.08.1994. у Бору. Основну школу завршила је у Бору, као ученик генерације, а након тога Гимназију „Бора Станковић“ у Бору, са одличним успехом. Основне академске студије на Универзитету у Београду - Техничком факултету у Бору уписала је 2013. године на студијском програму Металуршко инжењерство, модул: Екстрактивна металургија. Дипломирала је септембра 2017. године са просечном оценом у току студија 9,81 (девет и 81/100) и оценом 10 на завршном раду, на тему „Термодинамичка, термијска и кинетичка анализа процеса оксидације бизмут (III) сулфида“, под менторством проф. др Наде Штрбац. Основне академске студије завршила је као студент генерације 2016/2017. Уписала је мастер академске студије школске 2017/2018. на студијском програму Металуршко инжењерство на Универзитету у Београду - Техничком факултету у Бору, а завршила школске 2018/2019. године са оценом 10 на завршном раду, на тему „Термодинамичка, термијска и кинетичка анализа процеса оксидације пентландита“, под менторством проф. др Наде Штрбац. Мастер академске студије завршила је са просечном оценом 10,00 (десет и 00/100). Докторске академске студије на Техничком факултету у Бору, на студијском програму Металуршко

инжењерство, уписала је школске 2019/2020. године, и положила све испите предвиђене програмом са просечном оценом 10,00 (десет и 100/100).

Р. бр.	Назив предмета	Оцена	ЕСПБ
1	Методологија научно истраживачког рада	10	15
2	Пирометалуршки процеси	10	15
3	Металуршка кинетика	10	15
4	Металуршка термодинамика 2	10	15
5	Синтеровани метални материјали и композити	10	15
6	Докторска дисертација – студијски истраживачки рад 1	10	30
7	Докторска дисертација – дефинисање теме	10	15
8	Докторска дисертација – студијски истраживачки рад 2	10	30
9	Докторска дисертација – студијски истраживачки рад 3	10	10
	Средња оцена/укупно ЕСПБ	10,00	160

У току школовања била је носилац више стипендија за напредне и надарене студенте:

- студентска стипендија Министарства просвете, науке и технолошког развоја (школска 2014/2015.);
- стипендија за изузетно надарене студенте Министарства просвете, науке и технолошког развоја (школска 2015/2016.);
- Доситејева стипендија Фонда за младе таленте, Министарства омладине и спорта (школска 2016/2017);
- Доситејева стипендија Фонда за младе таленте, Министарства омладине и спорта (школска 2017/2018.).

Носилац је повеље дипл. инж. Бошка Ињца (1946-1979), као најбољи студент студијског програма Металуршко инжењерство школске 2016/2017. године, као и повеље Универзитета у Београду као најбољи студент генерације Универзитета у Београду - Техничког факултета у Бору, који је дипломирао у школској 2016/2017. години.

Кандидаткиња се још као студент истицала својим ангажовањем у обављању многобројних ваннаставних активности, за шта јој је у току студија додељено додатних 22 ЕСПБ. Поред тога, као студент, а и касније, активно учествује у промоцији природних и техничких наука међу младима, као представник Техничког факултета у Бору, кроз манифестације „Тимочки Научни Торнадо“ и „БОНИС – Борска ноћ истраживача“, које се реализују у градовима Тимочке Крајине (Бор, Зајечар, Неготин, Књажевац).

Кандидаткиња је од јануара 2018. године запослена на Универзитету у Београду - Техничком факултету у Бору, најпре као сарадник у настави, за ужу научну област Екстрактивна металургија и металуршко инжењерство. Децембра 2019. године, изабрана је у звање асистента, са пуним радним временом, за ужу научну област Екстрактивна металургија и металуршко инжењерство. Кандидаткиња Кристина Божиновић је била сарадник на реализацији једног научног пројекта које је финансирало Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, током 2020. године:

- Министарство просвете и науке Републике Србије (ТР 34023), Развој технолошких процеса прераде нестандартних концентрата бакра у циљу оптимизације загађујућих материја, период 2011-2020. године; руководилац пројекта: проф. др Нада Штрбац.

У периоду од 06.09.2018. до 26.09.2018. похађала је семинар о одржавању опреме и усавршавању производних капацитета Србије у 2018. години: „Seminar on Equipment Maintenance and Practice of International Production Capacity Cooperation for Serbia 2018“, под покровитељством Министарства Трговине Народне Републике Кине и организовано од стране Хебеи Универзитета за Економију и Бизнис;

У току 2019. године, похађала је семинар у организацији Центра за едукацију и управљање пројектима (ЦЕУП-а): „Практично писање пројеката и донатори за јавни сектор 2019.“;

У току 2021. године, похађала је семинар у организацији Центра за промоцију науке: „Онлине семинар о рецензирању за истраживаче“;

У току 2022. године похађала је обуку на даљину у организацији Агенције за спречавање корупције Републике Србије: „Етика и интегритет“.

Члан је Српског хемијског друштва од 2018. године.

У оквиру досадашњег научно-истраживачког рада стекла је следеће референце:

1. Три рада у међународним часописима категорије M21
2. Четири рада у међународним часописима категорије M22
3. Три рада у међународним часописима категорије M23
4. Један рад у међународном часопису категорије M24
5. Четири рада саопштених у целини на међународним скуповима, категорије M33.
6. Осам радова саопштених у изводу на међународним скуповима, категорије M34.
7. Три рада у националном часопису штампаних у целини, категорије M51.
8. Два рада у националном часопису штампаних у целини, категорије M52.
9. Дванаест радова саопштених у изводу на националним скуповима, категорије M64.

1.2 Списак објављених и саопштених радова

1. Радови у врхунском међународном часопису (M21):

1. **K. Božinović**, N. Štrbac, A. Mitovski, M. Sokić, D. Minić, B. Marković, B. and J. Stojanović, 2021. Thermal Decomposition and Kinetics of Pentlandite-Bearing Ore Oxidation in the Air Atmosphere. *Metals*, 11(9), p.1364.
2. M. Marković, M. Gorgievski, N. Štrbac, V. Grekulović, **K. Božinović**, M. Zdravković, and M. Vuković, 2023. Raw eggshell as an adsorbent for copper ions biosorption—Equilibrium, kinetic, thermodynamic and process optimization studies. *Metals*, 13(2), p.206.
3. **K. Božinović**, D. Manasijević, L. Balanović, I. Marković, M. Gorgievski, U. Stamenković and M. Marković, 2025. Microstructural analysis and thermal properties of the Ag–In–Sn alloys. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 150, p. 13967-13984.

2. Радови у истакнутом међународном часопису (M22):

1. D. Manasijević, Lj. Balanović, I. Marković, M. Gorgievski, U. Stamenković, and **K. Božinović**, 2021. Microstructure, melting behavior and thermal conductivity of the Sn–Zn alloys. *Thermochimica Acta*, 702, p.178978.
2. M. Marković, M. Gorgievski, D. Bozić, V. Stanković, M. Cakić, V. Grekulović, **K. Božinović**, 2021. Lead Removal from Aqueous Solutions Using Bean Shells - Equilibrium, Kinetics, and Thermodynamic Studies, *Revista de Chimie*, 72(4), pp. 118-137.

3. D. Manasijević, Lj. Balanović, I. Marković, M. Gorgievski, U. Stamenković, and **K. Božinović**, 2022. Microstructure evaluation and thermal properties of Ag–Sb alloys. *Journal of Physics and Chemistry of Solids*, 169, p.110874.
4. D. Manasijević, Lj. Balanović, I. Marković, M. Gorgievski, U. Stamenković, **K. Božinović**, D. Minić, and M. Premović, 2022. Microstructural analysis and thermal conductivity of the Ag–Bi–Sn alloys. *Thermochimica Acta*, p.179344.

3. Радови у међународном часопису (M23):

1. **K. Božinović**, D. Manasijević, Lj. Balanović, M. Gorgievski, U. Stamenković, M. Marković, and Z. Mladenović, 2021. Study of microstructural and thermal properties of the Sn–Bi alloys: Original scientific paper. *Hemijska industrija*, 75(4), pp.227-239.
2. U. Stamenković, S. Ivanov, I. Marković, M. Gorgievski, **K. Božinović**, and A. Kovačević, 2023. The influence of the ageing temperature on different properties of the EN AW-7075 aluminium alloy. *Revista de Metalurgia*, 59(1), e238.
3. M. Marković, M. Gorgievski, N. Štrbac, **K. Božinović**, V. Grekulović, A. Mitovski, and M. Zdravković, 2023. Copper ions biosorption onto bean shells: kinetics, equilibrium, and process optimization studies. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 88(9), pp.921–935.

4. Радови у међународном часопису (M24):

1. D. Manasijević, Lj. Balanović, I. Marković, V. Čosović, M. Gorgievski, U. Stamenković, and **K. Božinović**, 2022. Thermal transport properties and microstructure of the solid Bi–Cu alloys. *Metallurgical and Materials Engineering*, 28(3), pp. 503-514.

5. Радови у врхунском часопису националног значаја (M51)

1. M. Marković, M. Gorgievski, N. Štrbac, D. Božić, V. Stanković, V. Grekulović, **K. Božinović**, 2020. Primena adsorpcionih izoterma za opisivanje mehanizma procesa biosorpcije jona bakra na glavama suncokreta, *Ecologica*, 27(97), pp. 106 - 110.
2. A. Mitovski, V. Grekulović, N. Štrbac, S. Milutinović Jovanović, **K. Božinović**, M. Zdravković, 2021. Antimicrobial properties of copper and its alloys through the prism of the current SARS CoV-2 pandemic, *Zaštita materijala*, 62(4), pp. 297-303.
3. M. Zdravković, M. Marković, M. Marković, V. Grekulović, M. Gorgievski, N. Štrbac, **K. Božinović**, 2025. Application of AI in Environmental Protection: Corrosion and Biosorption, *Ecologica*, 32(118), pp. 135–142.

6. Радови у истакнутом националном часопису (M52)

1. N. Štrbac, A. Mitovski, V. Grekulović, **K. Božinović**, 2018. Ljuske od jaja kao potencijalni biosorbens teških metala iz industrijskih otpadnih voda, *Ecologica*, 25(90)pp. 341 – 345.
2. N. Štrbac, M. Sokić, A. Mitovski, D. Gurešić, **K. Božinović**, J. Stojanović, M. Tomović, 2020. Ispitivanje procesa oksidacije Bi₂S₃ na povišenim temperaturama u atmosferi vazduha, *Tehnika*, 75(5), pp. 587 - 596.

7. Радови саопштени на међународним скуповима штампани у целини (M33):

1. D. Manasijević, Lj. Balanović, I. Marković, M. Gorgievski, U. Stamenković, **K. Božinović**, D. Minić, M. Premović: Study of microstructure and thermal conductivity of the Ag–Bi–Sn alloys, 52nd International October Conference on Mining and Metallurgy, Bor, Serbia, ISBN: 978-86-6305-119-5, 29.11.2021 - 30.11.2021, pp. 31 - 34, 2021.

2. M. Marković, M. Gorgievski, N. Štrbac, V. Grekulović, A. Mitovski, **K. Božinović**, M. Zdravković: pH and conductivity change during the rinsing and adsorption of copper ions onto walnut shells, 52nd International October Conference on Mining and Metallurgy, Bor, Serbia, ISBN: 978-86-6305-119-5, 29.11.2021 - 30.11.2021, pp. 113 - 116, 2021.
3. M. Marković, M. Gorgievski, N. Štrbac, **K. Božinović**, V. Grekulović, A. Mitovski, M. Zdravković: Adsorption isotherms for copper ions biosorption onto walnut shells, 29th International Conference Ecological Truth And Environmental Research – EcoTER'22, Sokobanja, Serbia, ISBN: 978-86-6305-123-2, 21.06.2022 - 24.06.2022, pp. 214 - 218, 2022.
4. **K. Božinović**, N. Štrbac, M. Sokić, D. Minić, V. Grekulović, J. Stojanović, N. Vujović: Thermal analysis and kinetics of natural millerite oxidation process, 6th Metallurgical & Materials Engineering Congress of South-East Europe 2025, Trebinje, BiH, ISBN: 978-86-87183-34-6, 04.06.2025 - 07.06.2025, pp. 92-98, 2025.

8. Радови саопштени на међународним скуповима штампани у изводу (M34):

1. **K. Božinović**, N. Štrbac, A. Mitovski, M. Sokić, D. Gurešić, B. Marković: Phase transformation of the bismuthinite during roasting at elevated temperatures, XII Conference of Chemists, Technologists and Environmentalist of Republic of Srpska, Banja Luka, Bosnia and Herzegovina, ISBN: 978-99938-54-72-2, 02.11.2018 - 03.11.2018, 2018.
2. N. Štrbac, A. Mitovski, V. Grekulović, **K. Božinović**: Eggshell as potential biosorbent of heavy metals from industrial wastewater, International Scientific Conference on Green Economy and Environment Protection, Beograd, Serbia, ISBN: 978-86-89061-11-6, 23.04.2018 - 25.04.2018, pp. 77 - 77, 2018.
3. N. Štrbac, M. Sokić, D. Minić, **K. Božinović**, M. Bugarčić, J. Stojanović, A. Mitovski: Oxidation roasting of pentlandite samples at elevated temperatures, 4th Metallurgical & Materials Engineering Congress of South-East Europe 2019, Belgrade, Serbia, ISBN: 978-86-87183-30-8, 05.06.2019 - 07.06.2019, pp. 75, 2019.
4. M. Marković, M. Gorgievski, N. Štrbac, D. Božić, V. Stanković, V. Grekulović, **K. Božinović**: Primena adsorpcionih izoterma za opisivanje mehanizma procesa biosorpcije jona bakra na glavama suncokreta, The Fourth Industrial Revolution - The Importance For Green Economy Progress And Environmental Protection, Beograd, Serbia, ISBN: 978-86-89061-13-0, 16.09.2020 - 18.09.2020, pp. 122 - 122, 2020.
5. M. Marković, M. Gorgievski, N. Štrbac, **K. Božinović**, V. Grekulović, A. Mitovski, M. Zdravković: Kinetika procesa biosorpcije jona bakra na ljuskama oraha, Održivi razvoj i zelena ekonomija, Beograd, Serbia, ISBN: 978-86-89061-16-1, 19.04.2022 - 21.04.2022, pp. 207 - 208, 2022.
6. L. Balanović, D. Manasijević, I. Marković, U. Stamenković, **K. Božinović**: Calculation of thermodynamic properties of Al–Ga–Sn ternary alloy using Muggianu and Toop model, 55th International October Conference on Mining and Metallurgy – Chemistry, Technology, Metallurgy and Materials Science, Kladovo, Serbia, ISBN 978-86-7827-053-6, 15.10.2024 - 17.10.2024, pp. 321–328, 2024.
7. M. Zdravković, M. Marković, M. Marković, V. Grekulović, M. Gorgievski, N. Štrbac, **K. Božinović**: Application of AI in environmental protection: corrosion and biosorption, International Scientific Conference Application of Artificial Intelligence in Environmental Protection and Agriculture, Belgrade, Serbia, 24.4.2025 - 25.4.2025, pp. 35, 2025.
8. M. Zdravković, V. Grekulović, N. Štrbac, E. Huseinović, M. Gorgievski, M. Marković, **K. Božinović**: White willow bark extract as a copper corrosion inhibitor in 0.5 M NaCl solution.

5th International ZORH Conference “Environmental Protection, Sustainable Production & Examples of Best Practices”, Split, Croatia, 09.04.2025 - 11.04.2025, 2025.

9. Радови саопштени на националним скуповима штампани у изводу (M64):

1. **K. Božinović**, D. Gurešić, N. Štrbac, M. Sokić, B. Marković, V. Manojlović: Thermodynamic and thermal analysis of pentlandite oxidation process, Deveti simpozijum o termodinamici i faznim dijagramima, Kosovska Mitrovica, Serbia, ISBN: 978-86-80893-96-9, 21.06.2019 - 22.06.2019, pp. 37 - 38, 2019.
2. M. Gorgievski, M. Marković, D. Božić, V. Stanković, N. Štrbac, D. Manasijević, V. Grekulović, **K. Božinović**: Kinetic and thermodynamic studies of Pb²⁺ biosorption onto bean shells, Deseti simpozijum o Termodinamici i faznim dijagramima, Kosovska Mitrovica, Serbia, ISBN: 978-86-81656-22-8, 25.06.2021 - 26.06.2021, pp. 25 - 28, 2021.
3. Mitovski, N. Štrbac, V. Grekulović, **K. Božinović**, M. Zdravković, M. Gorgievski, M. Marković: Thermodynamic modelling of metal sulfides roasting process using Predominance Area Diagrams, Deseti simpozijum o termodinamici i faznim dijagramima, Kosovska Mitrovica, Serbia, ISBN: 978-86-81656-22-8, 25.06.2021 - 26.06.2021, pp. 43 - 44, 2021.
4. U. Stamenković, I. Marković, D. Manasijević, M. Gorgievski, Lj. Balanović, **K. Božinović**, A. Kovačević: Influence of different heat treatments on the mechanical, physical and microstructural properties of the EN AW-7075 aluminum alloy, Deseti simpozijum o termodinamici i faznim dijagramima, Kosovska Mitrovica, Serbia, ISBN: 978-86-81656-22-8, 25.06.2021 - 26.06.2021, pp. 31 - 32, 2021.
5. D. Manasijević, Lj. Balanović, I. Marković, M. Gorgievski, U. Stamenković, **K. Božinović**: Microstructure and thermal properties of the Sn-Zn Alloys, Deseti simpozijum o termodinamici i faznim dijagramima, Kosovska Mitrovica, Serbia, ISBN: 978-86-81656-22-8, 25.06.2021 - 26.06.2021, pp. 19 - 20, 2021.
6. Lj. Balanović, D. Manasijević, I. Marković, **K. Božinović**, D. Milkić: Thermal properties of selected alloys in ternary Sn-Bi-In system, Deseti simpozijum o termodinamici i faznim dijagramima sa međunarodnim učešćem, Afghanistan, ISBN: 978-86-81656-22-8, 25.06.2021 - 26.06.2021, pp. 47 - 49, 2021.
7. **K. Božinović**, D. Manasijević, Lj. Balanović, M. Gorgievski, U. Stamenković, M. Marković, A. Mitovski: Characterization of lead-free alloys from the Sn-Bi system, Deseti simpozijum o termodinamici i faznim dijagramima, Kosovska Mitrovica, Serbia, ISBN: 978-86-81656-22-8, 25.06.2021 - 26.06.2021, pp. 45 - 46, 2021.
8. N. Štrbac, A. Mitovski, **K. Božinović**, M. Gorgievski, V. Grekulović, M. Marković, M. Berkenječević: Kinetics of Sb₂S₃ isothermal oxidation process in air atmosphere, 58th Meeting of the Serbian Chemical Society, Beograd, Serbia, ISBN: 978-86-7132-079-5, 09.06.2022 - 10.06.2022, pp. 100 - 100, 2022.
9. D. Manasijević, Lj. Balanović, I. Marković, V. Čosović, M. Gorgievski, U. Stamenković, **K. Božinović**: Thermal conductivity and microstructure of the Bi-Cu alloys, 58th Meeting of the Serbian Chemical Society, Belgrade, Serbia, ISBN: 978-86-7132-079-5, 09.06.2022 - 10.06.2022, pp. 104 - 104, 2022.
10. **K. Božinović**, D. Manasijević, Lj. Balanović, I. Marković, M. Gorgievski, U. Stamenković, M. Marković: Microstructural and thermal characterization of some alloys from the ternary Ag-In-Sn system, Dvanaesti simpozijum o termodinamici i faznim dijagramima, Kosovska Mitrovica, Serbia, ISBN: 978-86-81656-84-6, 20.06.2025 – 21.06.2025, pp. 17 - 18, 2025.

11. U. Stamenković, I. Marković, M. Nedeljković, **K. Božinović**: Wetting behavior of Sn-Bi solder alloy and composites obtained by powder metallurgy, Dvanaesti simpozijum o termodinamici i faznim dijagramima, Kosovska Mitrovica, Serbia, ISBN: 978-86-81656-84-6, 20.06.2025 – 21.06.2025, pp. 27 - 28, 2025.
12. M. Marković, M. Gorgievski, M. Marković, V. Grekulović, N. Štrbac, M. Zdravković, **K. Božinović**: Change in pH and conductivity during the rinsing and the biosorption of copper ions onto pumpkin peel, 15th Scientific - Research Symposium with International Participation "Metallic and Nonmetallic Materials", Zenica, Bosnia and Herzegovina, ISSN: 2566-4352, 24.04.2025 – 25.04.2025, pp. 58, 2025.

8. Радови саопштени на међународним студентским конференцијама:

1. **K. Božinović**, M. Marković, M. Milanović, Z. Mladenović, B. Zdravković, S. Đorđević, N. Jankucić: Investigation of structural and thermal properties of the Sn-Bi alloys, Seventeenth Young Researchers Conference Materials Science and Engineering, Belgrade, Serbia, ISBN: 978-86-80321-34-9, 05.12.2018 - 07.12.2018, pp. 53, 2018.
2. **K. Božinović**: Investigation of Ga-Mg alloy binary system, 1st International student conference on Mining, Metallurgy, Chemical Engineering, Material Science and Related Fields, Bor Lake, Bor, Serbia, ISBN: 978-86-6305-027-3, 03.10.2014, 2014.
3. **K. Božinović**: Thermal decomposition of the $[Cd(NH_3)_2Cl_2]$ complex, 2nd International student conference on Geology, Mining, Metallurgy, Chemical Engineering, Material Science and Related Fields, Bor, Serbia, ISBN: 978-86-6305-033-4, 13.07.2015 - 14.07.2015, 2015.
4. **K. Božinović**: Extraction of metal ions using ion exchange resins, 3rd International Student Conference on Technical Science, Bor Lake, Bor, Serbia, ISBN: 978-86-6305-048-8, 30.09.2016 - 01.10.2016, 2016.
5. **K. Božinović**: The prevalence of arsenic in river water in the region of Bor mining area, 4th International Student Conference on Technical Sciences, Bor Lake, Serbia, ISBN: 978-86-6305-067-9, 20.10.2017 - 21.10.2017, 2017.
6. **K. Božinović**: Microstructural analysis of the ternary Ag-Bi-Ga alloys annealed at 300 °C, 17th International Foundrymen Conference Hi-Tech Casting Solution And Knowledge Based Engineering, Opatija, Croatia, ISBN: 978-953-7082-29-1, 16.05.2018 - 18.05.2018, pp. 1 - 2, 2018.
7. **K. Božinović**: SEM/EDS Analysis Of Copper Concetrates And Mixture Of Copper Concentrate And Antimony (III) Sulfide, 5th International Student Conference on Technical Sciences, Bor, Serbia, ISBN: 978-86-6305-085-3, 28.09.2018 - 01.10.2018, pp. 31, 2018.

1.3 Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Увидом у остварене резултате, ангажовање, и стечена искуства током докторских студија и научно-истраживачког рада, Комисија констатује да кандидаткиња Кристина Божиновић, мастер инжењер металургије, испуњава потребне услове за рад на изради докторске дисертације. Кандидаткиња такође поседује одговарајућу научну усмереност у области којој предложена тема дисертације припада (научна област: Металуршко инжењерство), те се оцењује подобном за рад на предложеној теми.

Комисија сматра да кандидаткиња Кристина Божиновић поседује знања, вештине и неопходно искуство и стручност, за израду докторске дисертације под називом

„Испитивање микроструктуре и топлотних особина тројних легура у системима Ag-In-Sn и Cu-In-Sn“.

2. Предмет и циљ истраживања

Предмет овог истраживања обухвата испитивање микроструктуре и топлотних особина легура из тројних система Ag-In-Sn и Cu-In-Sn, које представљају материјале од значаја за примену у области безоловних лемних материјала. Посебна пажња биће посвећена одређивању топлотне дифузивности, топлотне проводљивости, специфичног топлотног капацитета, густине као и латентних топлота фазних реакција легура из испитиваних система.

Предмет истраживања обухвата и анализу микроструктуре експериментално добијених легура различитог хемијског састава, као и термодинамичке прорачуне фазних равнотежа и особина ових система применом Calphad методе и одговарајућих термодинамичких база података.

Истраживање је усмерено на разумевање односа између састава, микроструктуре и топлотних својстава, са циљем да се допринесе систематизацији знања о термофизичким карактеристикама ових до сада недовољно проучених легура. Истраживање је мотивисано потребом за развојем нових, еколошки прихватљивих и поузданих безоловних легура за примену у електронској индустрији, које би могле представљати алтернативу традиционалним Sn-Pb легурама.

Иако су конвенционалне Sn-Pb легуре током више деценија представљале стандард у производњи електронских компоненти, ограничења у употреби олова и захтеви RoHS директиве створили су потребу за проналажењем алтернативних легура које би задржале или унапредиле кључна механичка, електрична и термофизичка својства. Досадашња истраживања су показала да легуре на бази Ag и Cu са нискотопивим металима представљају перспективне кандидате за развој нових лемних материјала. Истраживање у предложеној докторској дисертацији је такође мотивисано претходним истраживањем на нашој институцији, у оквиру докторске дисертације Александре Милосављевић на тему: „Термодинамичка анализа и испитивање структурних карактеристика безоловних лемних легура у систему Ag-In-Sn-Cu“. У овој дисертацији извршен је компаративни преглед резултата добијених различитим методама термодинамичког предвиђања у систему Ag-In-Sn-Cu. Резултати термодинамичког предвиђања обухватају вредности термодинамичких величина прорачунатих коришћењем различитих геометријских модела раствора (Kohler, Mugianu, Тоор и Hillert), у температурном интервалу од 600 °C до 1400 °C. Експериментално је испитано десет четворокомпонентних легура из поменутог система. У циљу потпунијег сагледавања особина Ag-In-Sn-Cu легура, у раду су експериментално испитане и по пет легура из саставних Ag-In-Sn и Cu-In-Sn система у одабраним пресецима In:Ag=7:3 и Cu:In=1:9, респективно, при чему је фокус био на ниским садржајима сребра и бакра у легурама.

Циљ предложеног истраживања је да се успостави корелација између хемијског састава, микроструктурних карактеристика и топлотних особина легура из система Ag-In-Sn и Cu-In-Sn, како би се објаснили механизми који одређују топлотну дифузивност и топлотну проводљивост ових материјала у чврстом стању.

Експерименталним испитивањима и термодинамичким прорачунима настоји се да се:

- одреде и анализирају основни топлотни параметри (топлотна дифузивност, топлотна проводљивост, густина, специфични топлотни капацитет и латентне топлоте фазних реакција);
- идентификују микроструктурне фазе и одреди њихов утицај на топлотне особине легура;
- одреди утицај температуре на промену топлотних особина испитиваних легура;
- изврши прорачун фазних равнотежа и предвиде стабилне и метастабилне фазе коришћењем Calphad методе;
- упореде експериментални и прорачунати резултати у циљу валидације модела и бољег разумевања структурно–термодинамичких односа у овим системима.

Остваривањем ових циљева очекује се допринос бољем разумевању процеса преноса топлоте у легурама Ag–In–Sn и Cu–In–Sn, чиме се стварају основе за рационалан избор и оптимизацију њиховог састава и микроструктуре у функцији примене у безоловним лемним материјалима.

Основни циљ истраживања је да се кроз интегрисани приступ, комбиновањем термодинамичких прорачуна, експерименталних мерења и микроструктурне анализе, стекне свеобухватно разумевање понашања легура у системима Ag–In–Sn и Cu–In–Sn, ради њихове потенцијалне примене као безоловних лемних материјала.

Истраживање такође има за циљ да испита могућност снижавања температура процеса лемљења и побољшања топлотне стабилности спојева путем избора легура које садрже индијум, као и да утврди утицај присуства сребра и бакра на фазне односе и формирање интерметалних једињења. Резултати оваквог истраживања допринеће бољем разумевању понашања ових система у реалним радним условима и потенцијалној примени у електронској индустрији, нарочито у областима где су захтеване висока поузданост и дуготрајна термичка стабилност.

Имајући у виду да су досадашња истраживања углавном била усмерена на термодинамичке особине, док су топлотне особине, а нарочито топлотна проводљивост и њена зависност од састава и микроструктуре, остале недовољно испитане, резултати овог рада треба да допринесу бољем разумевању понашања ових легура при преносу топлоте и да омогуће њихову потенцијалну примену као нових материјала за лемљење у савременој електроници.

Испитивање легура на бази сребра и бакра које садрже нискотопиве метале као што су индијум и калај има велики значај у развоју еколошки прихватљивих, безоловних лемних материјала. Ове легуре пружају повољну комбинацију особина, укључујући ниску температуру топљења, добру способност квашења и одлична механичка и електрична својства. Разумевање њихових фазних равнотежа, микроструктурних и термофизичких карактеристика је од кључног значаја за оптимизацију састава и услова процесирања.

2.3 Списак научне и стручне литературе која ће се користити

Полазна литература, која је подстакла истраживање и на основу које је предмет истраживања дефинисан, односи се на испитивање безоловних лемних легура и система Ag–In–Sn и Cu–In–Sn. Поменути извори дати су у наставку:

1. Richardson C. Results and 2017 iNEMI Roadmap Preview of Selected IoT, Board Assembly & Optoelectronics Chapter Highlights. 2016. <https://thor.inemi.org/webdownload/2016/SMTAI/2017Roadmap.pdf>.
2. iNEMI Characterization of Pb-Free Alloy Alternatives Project SOW 2015. https://thor.inemi.org/webdownload/2015/Addendum_SOW_Char_of_Pb-Free_Alloy_Alternatives_V3-2_060215.pdf.
3. Manasijević D, Balanović L, Marković I, Gorgievski M, Stamenković U, Đorđević A, Minić D, Čosović V. Structural and thermal properties of Sn–Ag alloys. *Solid State Sci.* 2021; <https://doi.org/10.1016/j.solidstatesciences.2021.106685>
4. Weng WNC. 2017. Evolution of Pb-free solders. In: Mohamad, AA, editor. *Recent Progress in Soldering Materials*, 1st ed.; pp.91-108. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.69553>
5. Anderson IE. Development of Sn–Ag–Cu and Sn–Ag–Cu–X alloys for Pb-free electronic solder applications. *J Mater Sci: Mater Electron.* 2007. <https://doi.org/10.1007/s10854-006-9011-9>
6. Du Y, Li C, Huang B, Tang M, Du C. Research and prospect of binary high-temperature Pb-free solders. *SSMT.* 2015; <https://doi.org/10.1108/SSMT-07-2014-0015>
7. Vailshery LS. Internet of Things (IoT) - statistics & facts. 2024. <https://www.statista.com/topics/2637/internet-of-things/#topicOverview>. Accessed 06 Jun 2024.
8. Korhonen TM, Kivilahti JK. 1998. Thermodynamics of the Sn-In-Ag solder system. *J Electron Mater.* 1998; <https://doi.org/10.1007/s11664-998-0205-1>
9. Ho-Ming Tong, *Microelectronics packaging: present and future*, Materials Chemistry and Physics, 40(3) (1995) 147-161, DOI: 10.1016/0254-0584(94)01462-P.
10. H.H. Manko, *Solders and soldering*, McGraw-Hill, New York (2001) pp. 61–167.
11. F.O. Ongondo, I.D. Williams, T.J. Cherrett, How are WEEE doing? A global review of the management of electrical and electronic wastes, *Waste Management*, In Press, Corrected Proof, 2010, DOI: 10.1016/j.wasman.2010.10.023.
12. Directive 2002/95/EC of the European parliament and of the council on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment (RoHS), *Official Journal of the European Union*, L 37 (2003) 19-23 ž
13. Directive 2002/96/EC of the European parliament and of the council, on waste electrical and electronic equipment (WEEE), *Official Journal of the European Union*, L 37 (2003) 24-38
14. M. Abtewa, G. Selvaduray. Lead-free Solders in Microelectronics. *Materials Science and Engineering*, 27 (2000) 95-141
15. Liu XJ, Inohana Y, Takaku Y, Ohnuma I, Kainuma R, Ishida K, Moser Z, Gasior W, Pstrus J. Experimental determination and thermodynamic calculation of the phase equilibria and surface tension in the Sn-Ag-In system. *J Electron Mater.* 2002; <https://doi.org/10.1007/s11664-002-0003-0>
16. Vassilev GP, Dobrev ES, Tedenac JC. Experimental study of the Ag–Sn–In phase diagram. *J Alloys Compd.* 2005; <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2005.03.011>
17. Ocak Y, Aksöz S, Maraşlı N, Keşlioğlu K. Thermal and electrical conductivity of Sn–Ag–In alloys. *J Non Cryst. Solids.* 2010; <https://doi.org/10.1016/j.jnoncrysol.2010.07.010>
18. Aurelio, G., Sommadossi, S.A. and Cuello, G.J., 2012. Crystal structure of Cu-Sn-In alloys around the η-phase field studied by neutron diffraction. *Journal of electronic materials*, 41(11), pp.3223-3231.

19. Sommadossi, S. and Guillermet, A.F., 2007. Interface reaction systematics in the Cu/In–48Sn/Cu system bonded by diffusion soldering. *Intermetallics*, 15(7), pp.912-917.
20. Liu, X.J., Liu, H.S., Ohnuma, I., Kainuma, R., Ishida, K., Itabashi, S., Kameda, K. and Yamaguchi, K., 2001. Experimental determination and thermodynamic calculation of the phase equilibria in the Cu-In-Sn system. *Journal of Electronic Materials*, 30(9), pp.1093-1103.
21. Lin, S.K., Chung, T.Y., Chen, S.W. and Chang, C.H., 2009. 250° C isothermal section of ternary Sn-In-Cu phase equilibria. *Journal of Materials Research*, 24(8), pp.2628-2637.
22. Köster, W., Gödecke, T. and Heine, D., 1972. Constitution of the copper–indium–tin system in the range from 100 to 50 at.% Cu. *Zeitschrift für Metallkunde*, 63, pp.802–806.
23. Chen, S.-W., Lin, S.-K. and Yang, C.-F., 2006. Interfacial reactions in the Pb-free composite solders with indium layers. *Journal of Electronic Materials*, 35(1), pp.72–78.
24. Lin, S.-K. and Chen, S.-W., 2006. Interfacial reactions in the Sn–20at.%In/Cu and Sn–20at.%In/Ni couples at 160 °C. *Journal of Materials Research*, 21(7), pp.1712–1718.
25. Chen, S.-W. and Lin, S.-K., 2006. Electric current-induced abnormal Cu/ γ -InSn₄ interfacial reactions. *Journal of Materials Research*, 21(12), pp.3065–3071.
26. Lin, S.-K., Yang, C.-F., Wu, S.-H. and Chen, S.-W., 2008. Liquidus projection and solidification of the Sn–In–Cu ternary alloys. *Journal of Electronic Materials*, 37(4), pp.498–504.
27. Yan, L., Lee, C., Yu, D., Choi, W.K., Yu, A., Yoon, S.U. and Lau, J.H., 2008, May. A hermetic chip to chip bonding at low temperature with Cu/In/Sn/Cu joint. In 2008 58th Electronic Components and Technology Conference (pp. 1844-1848). IEEE.
28. De Debiaggi, S.R., Cabeza, G.F., Toro, C.D., Monti, A.M., Sommadossi, S. and Guillermet, A.F., 2011. Ab initio study of the structural, thermodynamic and electronic properties of the Cu₁₀In₇ intermetallic phase. *Journal of Alloys and Compounds*, 509(7), pp.3238-3245.
29. De Debiaggi, S.R., Toro, C.D., Cabeza, G.F. and Guillermet, A.F., 2012. Ab initio comparative study of the Cu–In and Cu–Sn intermetallic phases in Cu–In–Sn alloys. *Journal of alloys and compounds*, 542, pp.280-292.
30. Chang, C.C.B., Chang, C.K., Chien, S.Y. and Kao, C.R., 2024. Low-temperature phase equilibria of the ternary Cu-In-Sn system at In-rich corner. *Materialia*, 36, p.102154.
31. Chang, F.L., Lin, Y.H., Hung, H.T. and Kao, C.R., 2024. Experimental and thermodynamic assessment of the Cu–In system. *Calphad*, 85, p.102700.
32. Mao, X., An, Y., Chen, Y., Zheng, G., Hou, R., Zhang, X., Guo, Y., Liu, S., Tu, K.N. and Liu, Y., 2024. Mechanical characterizations of η' -Cu₆ (Sn, In) 5 intermetallic compound solder joint: getting prepared for future nanobumps. *Journal of Materials Research and Technology*, 30, pp.1136-1147.
33. Yan, J., Cai, S., Yuan, M., Wang, X., Liu, C., Wang, J., Liu, N., Wang, Y., Yuan, X. and Algadi, H., 2025. The thermal reliability of indium-doped low solver SAC/Cu joints and the corresponding alloys. *Advanced Composites and Hybrid Materials*, 8(2), pp.1-21.
34. Milosavljević, A.R., Živković, D.T., Manasijević, D., Talijan, N., Grujić, A. and Čosović, V., 2008. Phase equilibria investigation and alloys characterization in Sn-In-Ag system. *Hemijaska industrija*, 62(3), pp.148-152.
35. Živković, D., Milosavljević, A., Mitovski, A. and Marjanović, B., 2007. Comparative thermodynamic study and characterization of ternary Ag-In-Sn alloys. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 89(1), pp.137-142.

36. Milosavljević, A., 2010. Termodinamička analiza i ispitivanje strukturnih karakteristika bezolovnih lemnih legura u sistemu Ag-In-Sn-Cu, Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu – Tehnički fakultet u Boru.

3. Основне хипотезе

Полазне хипотезе овог истраживања заснивају се на актуелним потребама за развојем нових безоловних легура за примену у електроници, као и на недовољно истраженим топлотним, термодинамичким и структурним карактеристикама система Ag-In-Sn и Cu-In-Sn. Иако је током последњих деценија спроведен велики број истраживања усмерених ка замени конвенционалних Sn-Pb легура, и даље не постоји материјал који у потпуности задовољава све техничке и технолошке захтеве: од ниске тачке топљења и добре обрадивости, до високе поузданости и стабилности у раду. Ова чињеница указује на постојање реалне потребе за наставком истраживања усмерених ка унапређењу постојећих лемних легура као и за испитивањем нових легура и система који имају одговарајући потенцијал.

Прва хипотеза истраживања је да постоји јасна корелација између хемијског састава, микроструктуре и топлотних особина легура из система Ag-In-Sn и Cu-In-Sn у чврстом стању. Заснива се на претпоставци да промене у фазном саставу и морфологији микроструктуре директно утичу на топлотну дифузивност и топлотну проводљивост легура. Легуре из система Ag-In-Sn и Cu-In-Sn поседују структуре и фазне односе који омогућавају повољну комбинацију механичких, електричних и топлотних својстава, чиме би се могле позиционирати као перспективне замене за Sn-Pb системе. Очекивано је да присуство сребра и бакра, као метала са највећом топлотном проводљивошћу који генерално имају повољан утицај на термофизичке особине легура, доведе до побољшања топлотних својстава легура. Са друге стране, индијум, као елемент са ниском тачком топљења и добром растворљивошћу у калају, треба да омогући снижавање температуре процеса лемљења, што би повећало енергетску ефикасност и смањило ризик од оштећења осетљивих компоненти. На основу литературних података и постојећих експерименталних резултата, претпоставља се да ће варијације у хемијском саставу и условима очвршћавања значајно утицати на морфологију интерметалних фаза, што ће се директно одразити на вредности тврдоће, електропроводљивости и топлотне проводљивости. Сходно томе, очекује се да ће детаљна микроструктурна анализа омогућити идентификацију критичних концентрационих области у којима легуре показују оптималан баланс испитиваних својстава.

Друга хипотеза истраживања је да ће термодинамичка анализа Calphad методом и микроструктурна карактеризација одабраних легура у системима Ag-In-Sn и Cu-In-Sn омогућити да се дефинишу њихове фазне равнотеже, фазне трансформације и предвиде температуре топљења. Очекује се да ће постојећи подаци о фазним дијаграмима бити проширени новим експерименталним подацима и оптимизованим термодинамичким параметрима, чиме ће се побољшати поузданост термодинамичких предвиђања за ове системе.

Трећа хипотеза истраживања представља претпоставку са се топлотна својства легура испитиваних система могу описати као функција температуре, хемијског састава и микроструктурних параметара, што омогућава предиктивно моделирање топлотних особина легура при променама температуре и фазног састава.

Четврта хипотеза истраживања заснива се на претпоставци да садржај бакра и сребра у легурама система Ag–In–Sn и Cu–In–Sn има значајан утицај на њихова функционална својства. Очекује се да ће промене у концентрацији ових елемената утицати на стабилност микроструктуре, као и на електричну и топлотну проводљивост легура. Посебна пажња биће посвећена идентификацији концентрационих области у којима легуре показују најповољнији баланс између механичких и топлотних својстава, што је од кључног значаја за њихову примену у савременој електроници.

Пета хипотеза истраживања односи се на очекивање да ће експериментални резултати показати корелацију између електричне и топлотне проводљивости легура у складу са Wiedemann–Franz-овим законом, што би потврдило потенцијал ових легура за примену у високотехнолошким уређајима где је термичка стабилност кључна.

Шеста хипотеза истраживања односи се на очекивање да топлотна проводљивост и топлотна дифузивност ових легура показују карактеристичан температурни тренд који одговара типичном понашању метала (опадање са порастом температуре услед појачаног електрон-фонон и фонон–фонон расејања).

Свеобухватно, основна хипотеза ове докторске дисертације јесте да ће систематским испитивањем микроструктурних и топлотних својстава легура из система Ag–In–Sn и Cu–In–Sn бити могуће идентификовати композиције погодне за даљу технолошку примену као безоловне лемне легуре. Резултати истраживања ће допринети проширењу постојеће базе података о овим системима и унапредити разумевање веза између састава, микроструктуре и топлотних особина.

4. Методе истраживања

У оквиру планираног истраживања, биће коришћене следеће експерименталне методе истраживања:

- Одређивање хемијског састава припремљених легура различитим методама (ICP-OES, XRF, EDS);
- Испитивање микроструктуре (XRD, LOM, SEM-EDS);
- Методе термијске анализе (DTA, TG, DSC);
- Испитивање термофизичких карактеристика: топлотне дифузивности, топлотне проводљивости и специфичног топлотног капацитета (импулсна метода);
- Испитивање физико-механичких особина (испитивање тврдоће, микротврдоће и електропроводљивости).

У оквиру планираног истраживања, биће коришћене следеће методе предвиђања:

- Прорачун карактеристичних равнотежних фазних дијаграма, изотермалних и вертикалних пресека у испитиваним трокомпонентним системима биће вршено по Calphad методи.

5. Очекивани научни допринос

Очекивани научни допринос планираног истраживања огледа се у следећем:

- Систематско експериментално одређивање топлотних особина (топлотна дифузивност, проводљивост, специфични топлотни капацитет, густина, латентне топлоте) легура из система Ag–In–Sn и Cu–In–Sn, које до сада нису детаљно проучаване.
- Успостављање корелације између микроструктуре и топлотних својстава и идентификација фаза које највише утичу на пренос топлоте у чврстом стању.
- Развој предиктивног модела који повезује састав, микроструктуру и топлотну проводљивост, чиме се ствара основа за рационалан дизајн безоловних легура.
- Примена и верификација Calphad методе као допринос термодинамичкој оптимизацији тројних система Ag-In-Sn и Cu-In-Sn, што омогућава поуздано предвиђање фазних равнотежа и температура топљења.
- Експериментална потврда и упоређивање теоријски прорачунатих фазних дијаграма са резултатима добијеним методама термијске анализе.
- Детаљна микроструктурна и морфолошка карактеризација одабраних легура уз коришћење LOM, SEM-EDS и XRD метода, чиме се обезбеђује боље разумевање фазних трансформација и расподеле фаза у испитиваним легурама.
- Утврђивање везе између микроструктуре, механичких својстава (тврдоћа и микротврдоћа) и електричних својстава (електропроводљивост) испитиваних легура.
- Провера валидности Wiedemann–Franz-овог закона за испитиване системе и утврђивање корелације између електричне и топлотне проводљивости.
- Научни допринос познавању термофизичког понашања комплексних металних система, што има шире импликације за пројектовање еколошки прихватљивих и функционално стабилних материјала.

6. План истраживања и структура рада

6.1 План истраживања

План истраживања, који одређује ток рада, састоји се од следећих фаза:

1. Проучавање релевантних литературних извора.
2. Експериментална истраживања, која обухватају:
 - 2.1 Припрема легура испитиваних система;
 - 2.2 Испитивање методама карактеризације;
3. Примена термодинамичких метода предвиђања;
4. Обрада и дискусија добијених резултата;
5. Закључна разматрања.

6.2 Структура рада

Структура рада ће се састојати из следећих целина:

Уводни део:

- ✓ Увод
- ✓ Преглед досадашњих истраживања
- ✓ Значај и сложеност предмета истраживања
- ✓ Методе истраживања
- ✓ Циљеви истраживања
- ✓ Хипотезе истраживања
- ✓ План истраживања

Експериментални део:

- ✓ Коришћени материјали
- ✓ Експериментална техника

Резултати и дискусија:

- ✓ Преглед резултата експерименталних истраживања
- ✓ Анализа добијених резултата

Закључак:

- ✓ Преглед обављеног истраживања и анализа његовог доприноса
- ✓ Предвиђени правци даљег истраживања

Литература:

- ✓ Списак коришћене литературе

7. Закључак и предлог

На основу разматрања пријаве кандидаткиње и приложеног образложења теме докторске дисертације, Комисија закључује да кандидаткиња Кристина Божиновић, мастер инжењер металургије, испуњава све законске услове за рад на предложеној теми докторске дисертације. Комисија за оцену заснованости теме докторске дисертације такође закључује да је предложена тема „Испитивање микроструктуре и топлотних особина тројних легура у системима Ag-In-Sn и Cu-In-Sn“, научно заснована по предмету и циљу истраживања, садржају и очекиваном научном доприносу, и као таква поседује значај у области истраживања и може бити предмет изучавања докторске дисертације.

Комисија предлаже Наставно-научном већу Техничког факултета у Бору, Универзитета у Београду, да се кандидаткињи Кристини Божиновић, мастер инжењеру металургије, одобри израда докторске дисертације под називом „Испитивање микроструктуре и топлотних особина тројних легура у системима Ag-In-Sn и Cu-In-Sn“, и да се за ментора именује др Драган Манасијевић, редовни професор Универзитета у Београду - Техничког факултета у Бору, који испуњава све Законом предвиђене услове.

У Бору, 14.11.2025. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

Др Љубиша Балановић, редовни професор
Универзитет у Београду - Технички факултет
у Бору

Др Урош Стаменковић, ванредни професор
Универзитет у Београду - Технички факултет у
Бору

Др Душко Минић, редовни професор,
Универзитет у Приштини - Факултет техничких
наука у Косовској Митровици

Универзитет у Београду
Технички факултет у Бору
Број: VI-1/15-268
Бор, 20.12.2022. године

На основу чл. 107. Закона о високом образовању, чл. 100. Статута Универзитета у Београду и чл. 73. Статута Техничког факултета, декан доноси

РЕШЕЊЕ

о мировању права и обавеза студента

I. БОЖИНОВИЋ КРИСТИНИ, бр. индекса 5/2019, мастер инж. металургије, из Бора, студенту докторских академских студија на Техничком факултету у Бору, одобрава се мировање права и обавеза у школској 2022/23. години, због одржавања трудноће.

Образложење

Именована је дана 14.12.2022. године, поднела захтев заведен под бројем: VI-1/15-263, за мировање права и обавеза у школској 2022/23. години на Техничком факултету у Бору.

Разматрајући поднети захтев, и на основу записника Комисије за студије III степена, број: VI-1/15-267 од 20.12.2022. године, одлучено је као у изреци.



ДЕКАН

Проф. др Дејан Таникић

Универзитет у Београду
Технички факултет у Бору
Број: VI-1/10-243
Бор, 19.10.2023. године

На основу чл. 107. Закона о високом образовању, чл. 100. Статута Универзитета у Београду и чл. 73. Статута Техничког факултета, декан доноси

РЕШЕЊЕ

о мировању права и обавеза студента

I. БОЖИНОВИЋ КРИСТИНИ, бр. индекса 5/2019, мастер инж. металургије, студенту докторских академских студија на Техничком факултету у Бору, **одобрава се** мировање права и обавеза у школској 2023/24, години, због неге детета до годину дана живота.

Образложење

Именована је дана 28.09.2023. године, поднела захтев заведен под бројем VI-1/10-168 за мировање права и обавеза у школској 2023/24. години на Техничком факултету у Бору.

Разматрајући поднети захтев, и на основу записника Комисије за студије III степена, број; VI-1/10-241 од 18.10.2023. године, одлучено је као у изреци.



Проф. др Дејан Таникић