

Факултет Технички факултет у Бору

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

(Број захтева)

Веће научних области техничких наука
(Назив већа научне области коме се захтев упућује)

(Датум)

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на одлуке о усвајању извештаја Комисије за оцену докторске дисертације и о именовању комисије за одбрану

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тач. 4. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета", број 186/15-пречишћени текст и 189/16), дате сагласност на одлуку о усвајању извештаја Комисије за оцену докторске дисертације:

КАНДИДАТ МИЛОШ (Душан) ЈАНОШЕВИЋ
(име, име једног од родитеља и презиме)

студент докторских студија на студијском програму **Металуршко инжењерство**

пријавио је докторску дисертацију под називом:

Технологија валоризације корисних метала из јарозитног отпада

из научне области: **Металуршко инжењерство**

Универзитет је дана 22.04.2024. својим актом под бр. 61206-1256/2-24 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила:

Технологија валоризације корисних метала из јарозитног отпада

Име и презиме ментора:
Др Саша Марјановић, редовни професор
Технички факултет у Бору
Др Весна Цонић, виши научни сарадник
Институт за рударство и металургију у Бору

Комисија за оцену докторске дисертације именована је на седници одржаној **29.01.2026.** године одлуком факултета под бр. VI/4-6-5, у саставу:

	Име и презиме члана комисије	звање	научна област	Установа у којој је запослен
1.	Др Љубиша Балановић	редовни професор	Екстрактивна металургија и металуршко инжењерство	Технички факултет у Бору
2.	Др Жељко Камберовић	редовни професор	Металургија	Технолошко металуршки факултет Београд
3.	Др Мирослав Сокић	научни саветник	Металуршко инжењерство	Институт за технологију нуклеарних и других минералних сировина Београд

Напомена: уколико је члан Комисије у пензији навести датум пензионисања.

Датум стављања извештаја Комисије и докторске дисертације на увид јавности 18.11.2025.године

Наставно-научно веће факултета усвојило је извештај Комисије за оцену докторске дисертације на седници одржаној 18.12.2025. године

Комисија за одбрану докторске дисертације именована на седници одржаној 26.03.2026. године

одлуком факултета под бр. VI/4-8-56, у саставу:

	Име и презиме члана комисије	звање	научна област	Установа у којој је запослен
1.	Др Љубиша Балановић	редовни професор	Екстрактивна металургија и металуршко инжењерство	Технички факултет у Бору
2.	Др Жељко Камберовић	редовни професор	Металургија	Технолошко металуршки факултет Београд
3.	Др Мирослав Сокић	научни саветник	Металуршко инжењерство	Институт за технологију нуклеарних и других минералних сировина Београд

Напомена: уколико је члан Комисије у пензији навести датум пензионисања.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

- Прилози:**
- 1. Одлука Наставно-научног већа о усвајању извештаја Комисије за оцену докторске дисертације и одлука о именовању Комисије за одбрану докторске дисертације**
 - 2. Извештај Комисије о оцени докторске дисертације**
 - 3. Примедбе на извештај Комисије о оцени докторске дисертације (уколико их је било) и мишљење Комисије о примедбама**

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/4-8-5а
Бор, 26. 03. 2026. године

На основу чл. 49. Статута Техничког факултета у Бору и чл. 44. Правилника о докторским студијама на Техничком факултету у Бору, Наставно-научно веће Факултета на седници одржаној 26. 03. 2026. године, донело је

О Д Л У К У

I Усваја се Извештај Комисије за оцену докторске дисертације кандидата **Милоша Јаношевића**, дипл. инж. металургије, студента докторских академских студија студијског програма Металуршко инжењерство, под називом: „**Технологија валоризације корисних метала из јарозитног отпада**“

II Универзитет у Београду је дана 22. априла 2024. године дао сагласност на предлог теме докторске дисертације.

III Радови из научних часописа са листе која је утврђена као релевантна за вредновање научне компетенције у одређеном научном пољу:

Категорија M21

Милош Јаношевић, Весна Цонић, Драгана Божић, Љиљана Аврамовић, Ивана Јовановић, Жељко Камберовић, Саша Марјановић: Indium Recovery from Jarosite Pb – Ag Tailings Waste (Part–1), Minerals, 13 (4) (2023) 540, doi: <https://doi.org/10.3390/min13040540>

Весна Цонић, **Милош Јаношевић**, Драгана С. Божић, Љиљана Аврамовић, Ивана Јовановић, Дејан М. Бугарин, Стефан Ђорђевић: Copper, Zinc and Lead Recoveru from Jarozite Pb-Ag Tailings Waste (Part 2), Minerals, 2024, 14, 791. <https://doi.org/10.3390/min14080791>

IV Одлуку доставити надлежном Већу научних области Универзитета у Београду, ради давања сагласности. Докторска дисертација из става 1. ове одлуке подобна је за одбрану након добијања сагласности именованог Већа Универзитета.

Доставити:

- именованом
- Већу научних области Универзитета у Београду
- студентској служби
- архиви

ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО НАУЧНОГ ВЕЋА

ДЕКАН

Проф. др Дејан Таникић

Универзитет у Београду
Технички факултет у Бору
Број: VI/4-8-56
Бор, 26. 03. 2026. године

На основу чл. 49. Статута Техничког факултета у Бору и чл. 45. Правилника о докторским студијама на Техничком факултету у Бору, Наставно-научно веће Факултета на седници одржаној 26. 03. 2026. године , донело је

О Д Л У К У

I Именује се Комисија за одбрану докторске дисертације кандидата **Милоша Јаношевића**, дипл. инж. металургије, студента докторских академских студија студијског програма Металуршко инжењерство, под називом: „**Технологија валоризације корисних метала из јарозитног отпада**“ у следећем саставу:

1. др Љубиша Балановић, редовни професор, Универзитет у Београду - Технички факултет у Бору,

2. др Жељко Камберовић, редовни професор, Универзитет у Београду - Технолошко-металуршки факултет,

3. др Мирослав Сокић, научни саветник, Институт за технологију нуклеарних и других минералних сировина у Београду.

II Одлуку доставити надлежном Већу научних области Универзитета у Београду, ради давања сагласности. Докторска дисертација из става 1. ове одлуке подобна је за одбрану након добијања сагласности именованог Већа Универзитета.

Доставити:

- именованом
- Већу научних области Универзитета у Београду
- студентској служби
- архиви

**ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО НАУЧНОГ ВЕЋА**

ДЕКАН

Проф. др Дејан Таникић

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Извештај Комисије о урађеној докторској дисертацији кандидата Милоша Јаношевића, дипл. инж. металургије

Одлуком Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору, бр. VI/4-6-5, од 29.01.2026. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену докторске дисертације кандидата Милоша Јаношевића, дипл. инж. металургије, студента докторских академских студија на студијском програму Металуршко инжењерство, под називом:

„Технологија валоризације корисних метала из јарозитног отпада“.

Након прегледа достављене докторске дисертације и других пратећих докумената, као и разговора са кандидатом, Комисија је сачинила следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидат Милош Јаношевић, дипл. инж. металургије, уписао је 2018/2019. године докторске академске студије на Техничком факултету у Бору Универзитета у Београду, на студијском програму Металуршко инжењерство.

Хронологија одобравања и израде докторске дисертације је протекла следећом динамиком:

На седници Катедре за прерађивачку металургију, Техничког факултета у Бору Универзитета у Београду, одржаној 12. фебруара 2024. године констатовано је да је кандидат Милош Јаношевић, дипл. инж. металургије, поднео пријаву предлога теме докторске дисертације, заведене под бројем VI/1-10/14, под називом „Технологија валоризације корисних метала из јарозитног отпада“ наставно-научном већу Техничког факултета у Бору Универзитета у Београду. Предложена је Комисија за оцену научне заснованости предложене теме докторске дисертације у саставу:

- др Жељко Камберовић, редовни професор, Универзитет у Београду - Технолошко-металуршки факултет, председник комисије.
- др Мирослав Сокић, научни саветник, Институт за технологију нуклеарних и других минералних сировина у Београду, члан комисије.
- др Љубиша Балановић, редовни професор, Универзитет у Београду - Технички факултет у Бору, члан комисије.

За менторе су предложени др Саша Маријановић, редовни професор Техничког факултета у Бору Универзитета у Београду и др Весна Цонић научни саветник у Институту за рударство и металургију у Бору.

Одлуком Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору Универзитета у Београду, број VI/4-12-7 од 22. фебруара 2024. године именована је Комисија за оцену научне заснованости предложене теме докторске дисертације „Технологија валоризације корисних метала из јарозитног отпада“, кандидата Милоша Јаношевића.

Одлуком Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору Универзитета у Београду, број VI/4-18-8 од 28. марта 2024. године усвојен је Извештај Комисије за оцену научне заснованости теме пријављене докторске дисертације. Истом одлуком, за менторе су именовани др Саша Маријановић, редовни професор Техничког факултета у Бору Универзитета у Београду и др Весна Цонић научни саветник Института за рударство и металургију у Бору.

Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду на седници одржаној дана 22. априла 2024. године, донело је одлуку број: 61206-1256/2-24, о давању сагласности на предлог теме за израду докторске дисертације кандидату Милошу Јаношевићу.

Одлуком Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору Универзитета у Београду, број VI/4-6-5 од 29. јануара 2026. године именована је Комисија за оцену и Комисија за одбрану урађене докторске дисертације кандидата Милоша Јаношевића, у саставу:

др Жељко Камберовић, редовни професор, Универзитет у Београду - Технолошко-металуршки факултет, председник комисије.

др Мирослав Сокић, научни саветник, Институт за технологију нуклеарних и других минералних сировина у Београду, члан комисије.

др Љубиша Балановић, редовни професор, Универзитет у Београду - Технички факултет у Бору, члан комисије.

1.2. Научна област дисертације

Предмет истраживања докторске дисертације припада научној области Металуршко инжењерство, у којој научној области Екстрактивна металургија за коју је Технички факултет у Бору Универзитета у Београду акредитован на свим нивоима студија. Ментори ове докторске дисертације, проф. др Саша Маријановић, редовни професор Техничког факултета у Бору Универзитета у Београду и др Весна Цонић научни саветник Института за рударство и металургију у Бору на основу досад

објављених радова и на основу наставног и истраживачког искуства компетентни су да руководе израдом докторске дисертације кандидата.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Милош (Душана) Јаношевић, рођен је у Бору, 05. 08. 1972. године. Основну школу и средњу Електромашинску школу, смер машински техничар завршио је у Бору 1991. године. Након завршене средње школе уписао је Технички факултет у Бору 1994/95. године а студије завршио 06.09.1999. године на металуршком одсеку са просечном оценом 8,17 и оценом 10 на дипломском раду, под називом „Кинетика и механизам процеса оксидације Ga_2S_3 и In_2S_3 “ и стекао звање дипломирани инжењер металургије. Докторске академске студије на Техничком факултету у Бору, на студијском програму Металуршко инжењерство, уписао је школске 2018/2019. године и положио је све испите предвиђене програмом са просечним оценом 9,78.

По завршетку студија запослио се у Рударско топионичарском басену у Бору (РТБ) као инжењер приправник у погону електролизе, где је након обављеног приправничког стажа прешао у погон за добијање племенитих метала (златара) где је радио на свим инжењерским позицијама до позиције руководиоца. У току рада у златари учествовао је у више експеримената и научно истраживачких радова у оквиру сарадње са Институтом за рударство и металургију. Неки од радова презентовани су на научним скуповима у земљи. Осам година касније прешао је у систем квалитета где је као руководилац контроле квалитета био аутор свих докумената система ИСО 9001:2008 за погон производње племенитих метала и водио лабораторију у погону електролизе. Завршетком ових послова прешао је у погон топионице бакра. Преласком у погон топионице укључен је у послове везане за реконструкцију топионице и изградњу фабрике сумпорне киселине. Од 2010. године ради као руководилац пржења и топљења на линији један. Касније поред ове дужности обавља уједно и дужност техничког руководиоца топионице (стара технологија Пламена пећ). Поред ових дужности, учествовао је, прво као члан тима за нову технологију а касније као сарадник, на изградњи „Flash smelting furnace“ (FSF) и „Sulfuric Acid Factory“ (SAF). Био је на теоријској обуци у Ototeu (Финска) и своје стечено знање преносио будућим руководиоцима и млађим колегама за рад на новој технологији. Био је главни инжењер у тиму за старт и уходавање FSF и нове технологије као пројекта од националног значаја. Пуштањем у рад нове технолошке линије добијања бакра, постаје и управник топионице, где током 2015. године управља са две технолошке линије топљења бакра паралелно све до краја уходавања нове технологије. У току рада стицао је и друга знања па је 2013. године стекао звање аудитора система квалитета код Llojd Register Group као и звање проверивача система менаџмента квалитета, система управљања заштитом животне средине и система управљања заштитом здравља и безбедности на раду у 2014. години. Од 2018. године ради у Генералној дирекцији компаније „Serbija Zijin copper doo“ као заменик руководиоца службе за план и анализу производње у металуршкој преради. Од 2021. године ради у Институту за рударство и металургију у Бору, на пословима главног инжењера у Центру за развојне технологије у металургији.

Аутор је или коаутор једног рада у врхунском међународном часопису, категорије (M21), два рада у истакнутим међународним часописима, категорије M22,

четири рада саопштена на међународним скуповима у целини, категорије M33, један рад саопштен на националном скупу у целини, категорије M63, четири студије у Републици, један идејни пројекат и један елаборат, категорије M110.

Био је ангажована на реализацији националног пројекта Главног пројекта модернизације Топионице и изградње фабрике сумпорне киселине у Бору. Члан је Друштва за истраживање материјала Србије (MRS Serbia).

Милош Јаношевић активно је учествовао у периоду од 2015. године до 2018. године у раду Скупштине ТИР ДОО БОР (Топионице и рафинације бакра Бор), као највиши орган управљања компанијом.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Предмет и циљ дисертације

Конвенционалном технологијом пржења концентрата сфалерита и лужења насталог прженца у сумпорној киселини настаје нус производ - јарозит. Овакав отпад представља велики проблем за животну средину, пошто је његово одлагање на јаловиштима широм света постало значајно еколошко питање и потенцијална опасност. Међутим, коришћење јарозита може донети значајне користи у економичном и еколошком смислу, односно уштедети рударске ресурсе производњом вредних производа и смањити потенцијалне опасности од одлагања. Јарозитни Pb-Ag талог садржи значајне количине метала као што су цинк, олово, бакар и гвожђе, такође ретких као што су индијум, галијум, талијум и германијум и племенитих сребра и злата. Проблем нагомилавања индустријског отпада који угрожава животну средину присутан је на нашој планети већ дуже време. Из тих разлога неопходно је природне ресурсе разумно употребљавати и интезивирати коришћење индустријског отпада као техногене сировине. Веома брз и интезиван технолошки развој је наметнуо извесне проблеме у погледу: убрзане потрошње и исцрпљивљања примарних сировина, високе потрошње енергије као и унапредовало загађење животне средине. Ови разлози указују да се у свету све већа пажња посвећује раду управо на сакупљању, припреми и преради секундарних (техногених) сировина са циљем добијања корисних метала.

Предмет докторске дисертације био је истраживање и примена новог технолошког поступка који омогућава добијање корисних метала садржаних у јарозитном отпаду. У литератури су истраживани и предложени различити поступци за прераду јарозитног отпада, као што су стабилизација за безбедно одлагање, хидрометалуршка и пирометалуршка прерада за валоризацију вредних метала. Стабилизација се не сматра погодном опцијом јер не обезбеђује рециклирање корисних метала из отпада, већ они остају неискоришћени, а сам процес је скуп због употребе разних стабилизатора и адитива. Пирометалуршки процеси, као што је Welc поступак, који се примењују широм света за обраду сличних отпада, представљају углавном изводљиве правце са индустријском потврдом али су скупа у погледу потрошње велике количине енергије. Њихов заједнички циљ је да се корисни метали искористе. Пирометалуршки процеси прераде секундарних сировина цинка и отпадних талоба из хидрометалургије цинка су веома ефикасни, међутим за њихову успешну имплементацију неопходна су скупа индустријска постројења великог капацитета, да би ова производња могла бити економски оправдана. Важно је напоменути да при овим процесима долази до ослобађања штетних гасова који могу имати озбиљан негативан утицај на околину и животну средину

У овој докторској дисертацији били су испитивани комбиновани процеси пржења јарозит Pb-Ag талоба на нижим температурама и лужења насталог продукта пржења погодним реагенсом. Први корак био је пржење јарозита на одговарајућој температури, а затим је производ пржења лужен водом на собној температури. Добијен је висок степен екстракције током лужења. Након лужења прженца у води олово, сребро и већи део гвожђа остаје у чврстом остатку. Лужни раствор је даље био подвргнут поступку талочења са NaOH до рН=4 при чему су исталожени индијум и

гвожђе и тако су били раздвојени од бакра и цинка. Талог који је садржао хидроксиде индијума и гвожђа је даље био растваран у разблаженој сумпорној киселини. Извршена је редукција Fe^{3+} до Fe^{2+} употребом SO_2 гаса а затим цементација In са Al . Употребом HCl киселине био је уклоњен Al након чега је био добијен сирови индијум.

Након таложења In и Fe у раствору од таложења остају као макрокомпоненте Cu и Zn који су присутни у облику сулфата. У циљу селективног издвајања бакра из раствора извршена је цементација са цинком у праху. Карактеризацијом добијеног цементног бакра потврђено је да је добијен производ комерцијалног квалитета. Након завршене цементације бакра раствор је припремљен за добијање цинк-карбоната из цинк-сулфата таложењем 10% раствором натријум-карбоната. Карактеризацијом цинк-карбоната потврђено је да је и он произведен у комерцијалном квалитету. Након нискотемпературног пржења и лужења добијен је и чврсти остатак (талог) који садржи олово-сулфат који је даље био подвргнут хлоридном лужењу у циљу излужења олова. Из добијеног раствора таложено је олово у облику олово-карбоната додавањем 10% натријум-карбоната. Карактеризацијом добијеног олово-карбоната утврђено је да је добијен производ комерцијалног квалитета. Могућност добијања корисних производа из овакве сировине пре свега зависи од селективности примењене методе. У оквиру дисертације на узорку јарозита као техногене сировине била су спроведена широка испитивања, укључујући хемијска, испитивања, расподеле величине зрна, минеролошка, микроструктурна и термогравиметријска испитивања, као и испитивања степена излужења и металног биланса добијених производа.

Прегледом литературе, запажено је да се јарозит као отпад из индустрије производње цинка налази депонован у великим количинама готово у свим државама света које се баве производњом цинка. Такође прегледом литературе запажено је да се код нас а и у ширем окружењу истраживачи баве проблематиком изналажења најбољих решења за трансформисање овог отпада у неки нови производ, али да оригиналност овом проблему није у потпуности дата, те ова дисертације допуњује односно даје једну оригинални технологију за добијање корисних метала из овог отпада и враћање новонасталог отпада безбедно на депонију. С обзиром да овакав отпад постоји и у нашој земљи, истраживања у овој докторској дисертацији усмерена су у том правцу.

Циљеви којима се тежило у овом истраживању су следећи:

1. Извршити физичко-хемијску карактеризацију узорка јарозит Pb-Ag талога, која обухвата уситњавање чврстог узорака, гранулометријску анализу, минералолшку анализу, SEM-EDS анализу и хемијску анализу узорка Pb-Ag талога, SEM-EDS анализу и хемијска карактеризација готових производа
2. Испитати оптималност процеса лужења јарозит Pb-Ag талога. Лужење јарозита извршено је у циљу екстракције Cu , Zn , Pb , Ag и In . Примењене су четири врсте лужења. Хлоридно лужење коришћењем раствора NaCl , хлоридно лужење коришћењем раствора HCl , лужење у раствору азотне киселине и лужење у раствору сумпорне киселине.

3. Урадити термогравиметријску анализу јарозит Pb-Ag талога, којом је утврђен губитак масе узорка загревањем до потребне температуре и механизам термалне декомпозиције и дисоцијације јарозита.
4. Урадити експериментална истраживања комбинованог процеса који укључује сулфатизационо пржење јарозит Pb-Ag талога и лужење насталог продукта сулфатизације.
 - Испитани су параметри процеса сулфатизације са и без додатка концентроване сумпорне киселине.
 - Такође испитати су параметри лужења Cu, Zn, Fe и In из сулфатизационог продукта прженца.
5. Урадити избор технолошког процеса прераде јарозит Pb-Ag талога.
 - Пржење и лужење јарозит Pb-Ag талога,
 - Третман лужног раствора. У оквиру третмана лужног раствора извршено је таложење Fe и In, цементација Cu из раствора након таложења Fe и In, таложење ZnCO_3 из раствора након цементације Cu, третман талога $\text{Fe}(\text{OH})_3$ и $\text{In}(\text{OH})_3$ ради добијања индијума,
 - Третман чврстог остатка након лужења ради добијања PbCO_3
6. Урадити тест токсичности - TCLP (Тохициту цхарацтеристиц леацхинг процедуре) и тест лужљивости - LP (леацхинг процедуре) чврстих остатака насталих у току валоризације поменутих метала из јарозит Pb-Ag талога ради њиховог безбедног депоновања.
7. Урадити хемијску карактеризацију добијених продуката из наведених процеса прераде јарозит Pb-Ag талога.
8. Уради материјални биланс.
9. Урадити испитивања у циљу дефинисања оптималних технолошких параметара поступка третмана чврстог остатка након лужења прженца јарозита у циљу издвајања гвожђа и његове валоризације до производа фери-фосфата, уз истовремено добијање концентрата олова и сребра, као алтернативни поступак, поступку добијања олово-карбоната из чврстог остатка након лужења прженца јарозита.

2.2. Основне хипотезе од којих се полазило у истраживању

Полазне хипотезе којима је дефинисан предмет истраживања докторске дисертације, а које су произашле из анализе прегледане литературе, постављене су на основу реалних потреба металуршке праксе, да се велике количине индустријског отпада преведу у корисне производе, због све убрзаније потрошње примарних сировина, а према захтевима најадекватнијих технологија.

Основне хипотезе у изради докторске дисертације су:

- Примена новог технолошког поступка нискотемпературног пржења

јарозитног отпада, у циљу превођења фери сулфата у нерастворни хематит у води,

- Селективно лужење прженца у циљу добијања раствора и талоба из којих је, применом одговарајућих третмана, могуће валоризовати корисне метале,
- Добијање производа који задовољавају стандарде за комерцијалну употребу, при чему отпадни производи настали у овом процесу (чврсти остаци I и II) треба да буду стабилизовани и безопасни, за одлагање на депоније, а отпадне воде пречишћене и припремљене за безбедно испуштање у канализационе системе.
- Решавање еколошког проблема превођења токсичног отпада у техногену сировину.

На основу спроведеног истраживања и добијених резултата могуће је извести следеће закључке:

Након експерименталних лабораторијских истраживања за третман 100 г јарозит Pb-Ag талоба, дефинисани су технолошки поступци и параметри поступака са излужењима и искоришћењима метала након сваког поступка и представљени су следећим редоследом:

Пржење јарозит Pb-Ag талоба.

Лужење продукта пржења - прженца са водом.

Након лужења добија се раствор и чврсти остатак:

Раствор се даље третира поступком таложења са 1MNaOH ради добијања In. Након извршеног таложења добијају се раствор у коме су садржани Cu и Zn и талог у коме су садржани Fe и In.

Раствор добијен након поступка таложења 1MNaOH (у коме су садржани Cu и Zn) поступком цементације третира се Zn прахом при чему се добија цементни Cu. Након цементације Cu раствор се филтрира и из њега врши таложење Znu облику $ZnCO_3$ са Na_2CO_3 као таложним реагенсом.

Чврсти остатак, настао након лужења прженца водом, третира се поступком хлоридног лужења раствором NaCl у циљу добијања Pb и Ag.

Чврсти остатак, настао након лужења прженца водом, може се такође третирати у циљу добијања фери-фосфата $FePO_4$.

Добијање индијума из талоба који садржи Fe у облику $Fe(OH)_3$ и In у облику $In(OH)_3$.

Након експерименталног лабораторијског третмана 100 г јарозит Pb-Ag талоба изведени су експериментални поступци са 2 кг јарозит Pb-Ag талоба који су показали мања излужења Cu, Zn и In. Усвојени технолошки поступци и параметри поступака са излужењима и искоришћењима метала након сваке фазе приказани су следећим редоследом:

Пржење јарозит Pb-Ag талога

Лужење продукта пржења - прженца са водом

Након лужења врши се филтрирање при чему се добијају раствор и чврсти остатак.

Раствор се подвргава поступку таложења са 1MNaOH ради добијања In из талога. Након таложења добијају се раствор у коме се налазе Cu и Zn и талог у коме се налазе Fe и In.

Издавање бакра и цинка из раствора добијеног након таложења. Раствор се подвргава поступку цементације Cu са Zn прахом при чему се добија цементни Cu.

Након цементације бакра раствор се профилира и из њега изврши таложење Zn у облику $ZnCO_3$ са Na_2CO_3 .

Настали отпадни раствор након добијања $ZnCO_3$ је подвргнут даљој анализи. Карактеризација раствора након таложења и издавања $ZnCO_3$ показала је повећан садржај Mn у односу на MDK. Из тог разлога предложено је накнадно таложење Mn на $pH=9.5$ додавањем раствора NaOH. Раствор настао поступком неутрализације је филтриран. Добијени чврсти остатак $Mn(OH)_2$ може се даље редуковати у метал, а филтрат (отпадна вода) се испушта у канализациону мрежу.

Чврсти остатак се третира поступком хлоридног лужења са NaCl ради добијања Pb и Ag.

Чврсти остатак се такође може искористити за добијање фери-фосфата (коришћен је 1 кг јарозит Pb-Ag талога у лабораторијским условима).

Раствор, који се добија поступком хлоридног лужења, се даље филтрира, а затим се, у циљу таложења Pb и Ag у облику $PbCO_3$ и Ag_2CO_3 , додаје раствор Na_2CO_3 . Успешност таложења Pb и Ag износи 100 %,

$PbCO_3$ је у следећој фази претопљен, при чему је добијена Pb анода, која је поступком електролитичке рафинације преведена у Pb катоду.

Истраживања која су спроведена показују да комбинација пржења и лужења примењена на овој сировини представља веома добар избор у процесу добијања цементног Cu, $ZnCO_3$, $PbCO_3$ и Pb у облику комерцијалних производа.

Карактеризација чврстог остатка – I, након хлоридног лужења урађена је у циљу дефинисања поступка за његово одлагање. Добијени резултати карактеризације показали су да је отпад неопасан и може се одложити на депонију за неопасан отпад. Међутим отпад показује токсичне карактеристике, па је неопходно применити поступак стабилизације отпада у циљу елиминације токсичних карактеристика и безбедног одлагања отпада на депонију неопасног отпада.

Талог који садржи Fe у облику $Fe(OH)_3$ и In у облику $In(OH)_3$. Талог се подвргава растварању са H_2SO_4 , а затим се врши редукцији Fe^{3+} до Fe^{2+} са SO_2 гасом, након чега се врши цементација In са Al-прахом.

Након завршене цементације цементни талог је исфилтриран и хемијски анализиран, а раствор даље неутралисан до $pH=7.5$. Неутралисана пулпа је филтрирана при чему је добијен чврсти остатак – II. Карактеризација чврстог остатка II показала је

да је отпад неопасан, да не показује токсичне карактеристике и да се може одложити на депонију за неопасан отпад.

Раствор од неутрализације се поново користи за процес лужења прженца.

На основу урађених експерименталних испитивања и добијених резултата, предложен је технолошки поступак за добијање фери-фосфата.

Према предложеном технолошком поступку, добијен је производ $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ који је, у поређењу са стандардом HG/T 4701-2021, има за нијансу повећан садржај Zn, Al и Pb, док су остали елементи Fe, P, Mg, Na, K, Cu, Mn, Co, Cr у складу са предвиђеним стандардом.

2.3. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Милоша Јаношевића под називом „Технологија валоризације корисних метала из јарозитног отпада“ написана је на 149 страна, у оквиру којих се налази 7 поглавља, са укупно 52. слике, 55 табела и 69 литературна навода.

Докторска дисертација садржи следећа поглавља:

- Увод,
- Теоријске поставке,
- Циљеви истраживања,
- Експериментална техника,
- Истраживања, резултати и дискусија,
- Закључак,
- Литература,
- Биографија и
- Objavljeni radovi proistekli iz doktorske disertacije.

На почетку дисертације су дати подаци о менторима и члановима комисије, изводи на српском и енглеском језику, а на крају дисертације прилози, који су пратећи елементи дисертације (Обрасци 5, 6 и 7 из Правилника о докторским студијама на Техничком факултету у Бору).

По својој форми, садржају и добијеним резултатима ова докторска дисертација задовољава све критеријуме и стандарде Универзитета у Београду.

2.3.1. Кратак приказ појединачних поглавља

У првом поглављу (Увод) указано је на важност изучавања отпадних материјала који се могу искористити као техногена сировина, као и кратак осврт на велику потражњу за металима, а који се могу на економичан начин добити из отпада. С обзиром на то да се ради о јарозитном отпаду који у себи садржи индијум који је, данас веома значајан метал због својих карактеристичних особина, кратко су описани путеви односно могуће технологије којима се овај метал може добити из јарозитног отпада.

Такође је дат и кратак преглед могућих технологија за рафинацију сировог индијума и ако то није предмет истраживања ове докторске дисертације.

У другом поглављу (Теоријске поставке) описане су предложене технологије прераде јарозитног отпада на основу прегледа литературе у првом делу, док су у другом делу дати основни принципи теорије хидрометалуршког добијања цинка и поступак настајања јарозитног отпада у току процеса добијања цинка.

Треће поглавље (Циљеви истраживања) описује циљеве истраживања на којима базира ова докторска дисертација при чему су укључена експериментална испитивања спроведена на узорку јарозит Pb-Ag талога, пржење истог под различитим условима и температурама, лужење и селективно раздвајања под различитим условима и примењеним параметрима процеса.

У четвртном поглављу (Експериментална техника) у првом делу (План експеримента) су представљена експериментална истраживања према плану како ће се експерименти одвијати, док су у другом делу описане методе и уређаји који су коришћени за карактеризацију полазних и готових производа у експериментима.

У петом поглављу (Истраживања, резултати и дискусија) представљени су сви експерименти изведени на 100 г јарозитног отпада применом различитих хидрометалуршких метода са циљем добијања готових производа комбинацијом поступака пржења и лужења и каснијег селективног издвајања, описна је карактеризација полазног узорка, представљени су сви резултати изведених експеримената, добијени производи и њихова карактеризација. Извршена је дискусија добијених резултата. Представљен је избор технолошког процеса прераде нестандардног јарозит Pb-Ag талога. Представљен је поступак добијања фери фосфата као и његово пречишћавање до производа дефинисаног стандардом. Такође су представљени експерименти изведени на 2 кг јарозитног отпада. Коришћене су исте методе експерименталних истраживања односно вођења експеримената, представљени су добијени производи, представљене су карактеризације добијених производа, представљен је материјални биланс, представљени су тестови токсиколошких испитивања и тестови лужљивости у погледу одређивања ком типу отпада припадају новонастали отпади односно добијени чврсти остаци и могућност њиховог одлагања на депонију. Приказане су испитане отпадне воде и њихова даља употреба у процесу или испуштање у канализациону мрежу. Сагледане су предности, недостаци и проблеми поступака добијања појединих метала и соли метала предложених за валоризацију из јарозитног отпада. Представљене су и технолошке шеме за 100 г јарозитног отпада, за 2 кг јарозитног отпада и технолошка шема добијања фери фосфата. Иако је ова тема доста изучавана, још увек постоје могућности које отварају простор за даља истраживања.

У шестом поглављу (Закључак) су приказани најважнији закључци који су изведени на основу добијених резултата и дискусије у докторској дисертацији.

У седмом поглављу (Литература) је представљена коришћена литература, која обухвата 69 релевантна референтна извора.

Осмо поглавље (Биографија) односи се на биографију кандидата.

У деветом поглављу (Објављен рад проистекао из докторске дисертације) дат је списак публикованих и саопштених радова проистеклих као резултат рада на дисертацији.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Континуирани технолошки прогрес изискује побољшање, односно одређивање механизма и дефинисање технологија са могућност коришћења истих при добијању готових производа или полупроизвода који имају своју комерцијалну вредност. Савременост и оригиналност ове дисертације огледају се у томе што је одређен механизам термичке декомпозиције и дисоцијације јарозитног отпада, који се одвија у четири фазе и представљају објашњење шта се догађа у току процеса пржења и шта је коначни продукт процеса, чиме је обезбеђена селективност лужења вредних метала у води. Најбољи резултат лужења за вредне метале који су присутни у узорку јарозита добија се након пржења јарозита на температури од 530°C у трајању од 4h и лужења прженца у води, при чему је излужено 91,07%Cu, 91,97%Zn и 100,00%In. Из резултата добијених током експерименталног рада се такође може видети да је у експерименту 1, након пржења јарозита на 530°C и лужења прженца у води измерена рН вредност раствора након испирања талога износила 2,25. У поређењу са измереним рН вредностима раствора добијених у експериментима 2 (рН = 2,73) и 3 (рН = 4,79), може се приметити да је у експерименту 1 било довољно киселине за извођење процеса лужења; другим речима, киселина није потрошена. *Разлог већег степена излужења In, Cu и Zn током процеса пржења на ниским температурама је тај што су присутни метали остали у облику сулфата који се лако излужују у води, док је гвожђе прешло у хематит, који је практично нерастворљив. Овим је обезбеђена селективност у погледу одвајања корисних метала од присутног гвожђа.* Додатно, у експерименту 1, поред излуженог Cu, Zn и In, добијено је нешто веће излужење Fe у поређењу са експериментима 2 и 3. Излужење Fe је релативно ниско у поређењу са директним лужењем сировог јарозита у сумпорној киселини. Како је узорак јарозита добијен као нуспроизвод током процеса производње цинка конвенционалним поступком електролитичке рафинације, познато је да је структура јарозита базирана на сулфатним минералима. Мерењем рН вредности након лужења утврђено је да нема потребе за извођењем лужења у киселини јер је рН вредност мања од 1. *Из тог разлога за процес лужења се користи вода, чиме је обезбеђен један од еколошких аспеката.*

Управо ови разлози, утицали су на избор теме и предмета изучавања ове докторске дисертације, а која се бави истраживањем параметара пржења којима се обезбеђује селективност лужења, као и параметри самих процеса лужења поступци добијања готових производа и полупроизвода третманом овако добијених раствора

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У литературном прегледу докторске дисертације цитирано је 69 литературна навода, од којих највећи број чине радови новијег датума и налазе се у међународним часописима. Сви радови баве се тематиком значајном за израду докторске дисертације.

Наведене референце, које садрже експерименталне резултате истраживања многих истраживачких група, послужиле су за обраду прегледа досадашњих истраживања, као и за упоредну анализу и дискусију добијених резултата и закључака. Из пописа литературе која је коришћена у истраживању, уочава се адекватно познавање предметне области истраживања, као и познавање актуелног стања истраживања у овој области у свету.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

За карактеризацију полазног узорка и за карактеризацију готових производа и међупроизвода коришћено је више савремених, стандардизованих, високо резолутивних метода и аналитичких техника.

Јарозит Pb-Ag талог је самлевен у лабораторији Института за рударство и металургију у Бору на Siebtechnik вибрационом прстенастом млину.

Након млевења извршено је мерење дистрибуције величине честица узорка јарозит Pb-Ag талоба али и осталих добијених талоба односно производа што је изведено помоћу оптичког ласерског анализатора величине честица (MASTERSIZER 2000, Hidro 2000MU) произведеног у Уједињеном Краљевству, који може да одреди величину зрна у распону од 20 нанометара до 100 микрона.

Минеролошка, рендгенско дифракциона анализа (XRD) узорка јарозит Pb-Ag талоба али и осталих добијених талоба односно производа изведена је на инструменту Rigaku MiniFlex 600 произведеном у Јапану са брзим детектором D/teX Ultra 250 и рендгенском цеви са бакарном анодом. Услови снимања су следећи: опсег угла: 3°–90°, корак: 0,02° и брзина снимања: 10°/min. Напон рендгенске цеви је 40 кV, а струја 15 mA. Идентификација минерала је извршена коришћењем софтвера PDKSL 2 Version 2.4.2.0, а дифрактограми који су добијени упоређени су са подацима добијеним из ICDD базе података (PDF-2 Release 2015 RDB). Граница детекције за XRD анализу је приближно 1%.

За одређивање хемијског састава коришћена је Атомска апсорпциона спектрофотометрија која представља инструменталну методу анализе која непознату концентрацију анализата одређује на основу мерења апсорпције монохроматског зрачења одређене таласне дужине од стране слободних атома анализираних елемената.

Цинк, бакар и гвожђе присутни у раствору мерени су апсорпционом спектрометријом, а вршена су на атомском апсорпционом спектрофотометру (Perkin-Elmer 403). Концентрација феро и фери-јона је одређена волуметријском титрацијом перманганатом.

Концентрација индијума у раствору одређена је коришћењем оптичког емисионог спектрометра са индуктивно спрегнутом плазмом (ICPOES; Spectro Ciros model) произведен у Немачкој.

Оптичка емисиона спектрометрија са индуктивно куплованом плазмом је аналитичка техника која се примењује у циљу одређивања елементног састава различитих узорака. Предност ICP-OES технике у односу на AAS технику је могућност мултиелементне анализе.

Елементарни анализатор LECO CHN 628, произведен у САД, коришћен је за одређивање присуства N_2 , C и H_2 у узорку јарозит Pb-Ag талоба. Инструмент користи технику сагоревања и даје резултат у року од 4,5 минута за све елементе који се одређују. Инструмент има и прилагођени софтвер за контролу рада система и управљање подацима.

Термогравиметријска анализа је извршена помоћу инструмента SDT K600 V20.9 Build 20 (Милфорд, МА, САД), са температуром у распону од 25 до 700°C. TGA анализа је изведена у струји азота са брзином протока од 100 mL/мин и вредношћу загревања од 10°C/min коришћењем керамичке посуде.

За анализу узорака коришћен је скенирајући електронски микроскоп (JSM IT 300 LV (JEOL, Јапан)) који може да функционише у условима ниског и високог вакуума, постижући високе резолуције слике са увећањима до 300.000× коришћењем волфрамове нити као извор електрона (катода). Микроскоп је опремљен са детектором секундарних електрона (SED) и повратно расејаних електрона (BED), и са савременим спектрометром за дисперзију енергије (EDS).

3.4. Применљивост остварених резултата

У погледу применљивости резултата добијених овим истраживањем може се рећи да сви добијени производи имају комерцијалну вредност, дакле применљиви су као готови производи или као полупроизводи, који се могу даље третирати или као отпад који се може безбедно одложити.

Први у низу добијених производа (полупроизвод) у односу на предложену технологију је цементни бакар који се са квалитетом $Cu = 75,97 \%$ може употребити у Топионици бакра у Бору у процесу конвертовања бакренца. На овај начин добијени цементни бакар налази своју применљивост у Топионици бакра у Бору, али и у осталим топионицама у свету.

Други добијени производ, односно полупроизвод је цинк-карбонат квалитета $Zn = 52,22 \%$. Овакав полупроизвод се може такође употребити у топионици цинка и олова КЦМ у Бугарској која прихвата цинк-карбонат овог квалитета у својој топионичкој производњи.

Следећи добијени полупроизвод је олово-карбонат квалитета $Pb = 67,50 \%$. Олово-карбонат као такав нема значајну употребну вредност, али је у овом истраживању извршено топиљење $PbCO_3$ на 9500C и при томе је добијен оловни одливак, од кога је накнадним ваљањем добијена Pb-анода. Pb-анода је даље третирана поступком електролитичке рафиниције при чему је добијена Pb-катода. Оловна катода квалитета $Pb = 99,95 \%$ има своју комерцијалну вредност и своју применљивост у даљој производњи.

Сирови индијум као метал који има своју комерцијалну вредност је свакако најбитнији производ добијен по предложеној технологији, јер је његово добијање заправо дефинисало ову докторску дисертацију. Сирови индијум добијен овом технологијом је квалитета $In=49,66 \%$ и може се сложеним поступцима рафинације

превести у чист индијум који данас има широку примену у областима електронике, медицине и здравства, фотоелектронике и рачунара.

Фери-фосфат је готов производ добијен по предложеној технологији и у складу је са стандардом HG/T 4701-2021, осим за неке елементе који благо прелазе дозвољену границу. Овај производ такође има веома важну примену у производњи литијум јонских батерија.

У експерименталном делу дисертације је детаљно описан поступак добијања комерцијалних производа дефинисаним поступцима, што даје могућност понављања истоветних експеримената и њихову непосредну верификацију.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Урађена докторска дисертација, анализа добијених резултата, њихово тумачење, као и проистекли и објављени научни радови указују на способност кандидата Милоша Јаношевића, дипл. инж. металургије за самостални научни рад као и за активно учешће у тимском раду.

Милош Јаношевић је током израде докторске дисертације испољио самосталност и стручност у претраживању савремене литературе, планирању истраживања, осмишљавању, припреми и реализацији истраживања, као и прикупљању, систематизацији и анализи добијених резултата.

На основу испољеног квалитета, заинтересованости и стручности у обављању досадашњих научних и стручних активности, Комисија сматра да кандидат Милош Јаношевић поседује све квалитете који су неопходни за самостални научно-истраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

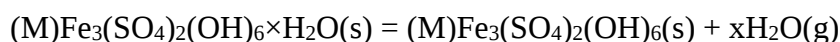
4.1. Приказ остварених научних доприноса

Докторска дисертација под називом „Технологија валоризације корисних метала из јарозитног отпада“ представља оригиналан и савремен рад чији се значајан научни допринос пре свега огледа у истраживању пута којим се из отпада на ефикасан начин могу добити корисни метали и решити еколошки проблеми настали одлагањем јарозита на отвореном пољу. Прегледом доступне литературе није пронађено да су истраживачи, који су се бавили сличном темом, пронашли овакав пут трансформације јарозита у технолочком, економском и еколошком погледу. Такође, изучавање технологија прераде различитих отпада па и јарозитног отпада у нашој земљи је у литератури веома мало заступљено, а наводи о добијању корисних метала скоро и да не постоје. Због тога истраживања, изнета у овој докторској дисертацији, представљају значајан научни допринос, који се огледа у:

Научни допринос дисертације одређен је механизмима термичке декомпозиције и дисоцијације који се одвијају у четири фазе и представљају објашњење шта се догађа

у току процеса пржења и шта је коначни продукт процеса, чиме је обезбеђена селективност лужења вредних метала у води.

1. До 120 °C (губитак адсорбоване воде)

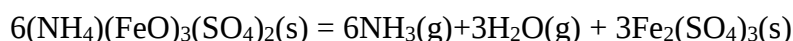


2. На 120–260 °C (дихидроксилација, губитак OH-)



(M) присутан у јарозиту је NH₄.

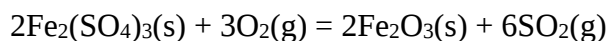
3. На 260–389 °C (губитак амонијака и воде)



Ова једначина представља губитак амонијака и воде.

4. На 465–610 °C (губитак SO₂)

Ова једначина представља укупну једначину разлагања за гвожђе сулфат.



Ова једначина представља губитак сумпор-диоксида из гвожђе-сулфата.

Из предходног се може извести закључак, а који представља и научни допринос дисертације, да се најбољи резултат лужења за вредне метале који су присутни у узорку јарозита добија након пржења јарозита на температури од 530°C у трајању од 4h и лужења прженца у води, при чему је излужено 91,07%Cu, 91,97%Zn и 100,00%In. Из резултата добијених током експерименталног рада се такође може видети да је у експерименту 1, након пржења јарозита на 530°C и лужења прженца у води измерена рН вредност раствора након испирања талога износила 2,25. У поређењу са измереним рН вредностима раствора добијених у експериментима 2 (рН = 2,73) и 3 (рН = 4,79), може се приметити да је у експерименту 1 било довољно киселине за извођење процеса лужења; другим речима, киселина није потрошена. Разлог већег степена излужења In, Cu и Zn током процеса пржења на ниским температурама је тај што су присутни метали остали у облику сулфата који се лако излужују у води, док је гвожђе прешло у хематит, који је практично нерастворљив. Овим је обезбеђена селективност у погледу одвајања корисних метала од присутног гвожђа. Додатно, у експерименту 1, поред излуженог Cu, Zn и In, добијено је нешто веће излужење Fe у поређењу са експериментима 2 и 3. Излужење Fe је релативно ниско у поређењу са директним лужењем сировог јарозита у сумпорној киселини. Како је узорак јарозита добијен као нуспроизвод током процеса производње цинка конвенционалним поступком електролитичке рафинације, познато је да је структура јарозита базирана на сулфатним минералима. Мерењем рН вредности након лужења утврђено је да нема потребе за извођењем лужења у киселини јер је рН вредност мања од 1. Из тог разлога за процес лужења се користи вода, чиме је обезбеђен један од еколошких аспеката.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Истраживања у оквиру ове дисертације су конципирана након детаљне анализе литературе из области прераде јарозитног отпада. На основу прегледа доступне литературе утврђено је да не постоји адекватна технологија којом се јарозитни отпад у потпуности може трансформисати у корисне продукте при чему се са еколошког аспекта решава и проблем новог отпада. Због тога, резултати приказани у овој докторској дисертацији значајно допуњују постојећа знања о понашању јарозитног отпада током третирања предложеном технологијом. Научни допринос одређен је механизмима термичке декомпозиције и дисоцијације који се одвијају у четири фазе и представљају објашњење шта се догађа у току процеса пржења и шта је коначни продукт процеса, чиме је обезбеђена селективност лужења вредних метала у води.

Постављени циљеви и задаци истраживања у докторској дисертацији, остварени су у потпуности. Добијени резултати експерименталног истраживања у оквиру дисертације у многоструци су дали нове корисне информације о преради јарозитног отпада хидрометалуршким поступцима и поступком нискотемпературног пржења. Ово истраживање се сматра значајним због остварених резултата који ће допринети проширењу и надоградњи постојеће базе сазнања у оквиру проучавања области.

4.3. Верификација научних доприноса

Верификација ове докторске дисертације је у складу са законским одредбама у Републици Србији и критеријумима Универзитета у Београду међу којима се предвиђа и објављивање најмање једног рада који је тематски повезан са дисертацијом у међународном часопису са SCI листе, на коме је кандидат првопотписани аутор. Кандидат Милош Јаношевић је, до тренутка предавања дисертације за оцену, објавио један рад у часопису из категорије M20. Научни допринос ове докторске дисертације је верификован кроз публикацију проистеклу као резултат истраживања у оквиру дисертације, али је реално очекивати да ће списак радова из оквира ове дисертације бити значајно проширен у наредном периоду, с обзиром да је у припреми још радова за објављивање у међународним часописима. У даљем тексту је дат објављени рад, који је проистекао из ове докторске дисертације:

Категорија M21 (Рад у међународном часопису):

Милош Јаношевић, Весна Цонић, Драгана Божић, Љиљана Аврамовић, Ивана Јовановић, Жељко Камберовић, Саша Марјановић: Indium Recovery from Jarosite Pb – Ag Tailings Waste (Part–1), Minerals, 13 (4) (2023) 540, doi: <https://doi.org/10.3390/min13040540>

Весна Цонић, **Милош Јаношевић**, Драгана С. Божић, Љиљана Аврамовић, Ивана Јовановић, Дејан М. Бугарин, Стефан Ђорђејевски: Copper, Zinc and Lead Recoveru from Jarozite Pb-Ag Tailings Waste (Part 2), Minerals, 2024, 14, 791. <https://doi.org/10.3390/min14080791>

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу свега напред изложеног, Комисија сматра да докторска дисертација кандидата Милоша Јаношевића, дипл. инж. металургије, садржи бројне оригиналне резултате и представља значајан научни допринос у области Металуршког инжењерства. Представљени резултати омогућавају надоградњу постојећих сазнања садржаних у коришћеним литературним изворима. Резултати који представљају оригиналност ове дисертације односе се на механизам термичке декомпозиције и дисоцијације који се одвијају у четири фазе и представљају објашњење шта се догађа у току процеса пржења и шта је коначни продукт процеса, чиме је обезбеђена селективност лужења вредних метала у води.

Сагледавајући квалитет, обим и научни допринос постигнутих резултата овог рада, Комисија за оцену докторске дисертације закључује да кандидат Милош Јаношевић, дипл. инж. металургије испуњава све законске и остале услове за одбрану урађене докторске дисертације. Комисија закључује да је ова докторска дисертација написана према свим стандардима научно-истраживачког рада, као и да испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању и Правилником о докторским студијама које је прописао Универзитет у Београду и Технички факултет у Бору. Имајући у виду предочене чињенице, Комисија предлаже Наставно-научном већу Техничког факултета у Бору Универзитета у Београду да прихвати позитиван извештај о урађеној докторској дисертацији кандидата Милоша Јаношевића под називом: „Технологија валоризације корисних метала из јарозитног отпада“ и да исти изложи на увид јавности и упуту на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, а да после тога кандидата позове на јавну одбрану.

У Бору, 11. фебруар 2026.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

др Жељко Камбровић, редовни професор,

Универзитет у Београду, Технолошко металуршки факултет у Београду

др Мирослав Сокић, научни саветник,

Институт за технологију нуклеарних и других минералних сировина у Београду

др Љубиша Балановић, редовни професор,

Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору

Универзитет у Београду
ТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ У БОРУ
Број: VI/1-571/11
Бор, 01.10.2024.

На основу члана 109. Закона о високом образовању и члана 101. Статута
Универзитета у Београду, доносим

Р Е Ш Е Њ Е

Јаношевић Милошу, бр. индекса 10/2018, студенту на докторским академским студијама, студијски програм: **Металуршко инжењерство**, продужује се рок за завршетак студија до истека рока у троструком броју школских година потребних за реализацију студијског програма, односно до краја школске 2026/27. године.

Доставити:

- именованој
- студентској служби



ДЕКАН

Проф. др Дејан Таникић