

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ТЕХНОЛОШКО-МЕТАЛУРШКИ ФАКУЛТЕТ
НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Извештај о урађеној докторској дисертацији кандидата Дениса Динића, мастер инжењера технологије

Одлуком бр. 2026-35/309 од 9. јула 2026. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену докторске дисертације кандидата Дениса Динића, мастер инжењера технологије, под називом „Развој порозне керамике на бази природних зеолита и глина за уклањање одабраних катјона из раствора“.

После прегледа достављене дисертације и других пратећих материјала и разговора са кандидатом, Комисија је сачинила следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Школске 2020/2021. године Денис Динић уписао је докторске академске студије, на студијском програму Хемијско инжењерство, на Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београду.

5. фебруара 2026. на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду донета је одлука бр. 2026-35/31 о именовању Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације Дениса Динића, мастер инжењера технологије у саставу: др Сања Јевтић, ванредни професор Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду, др Жељко Камберовић, редовни професор Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду; др Ђорђе Вељовић, ванредни професор Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду; др Јелена Дикић, виши научни сарадник, Иновациони центар Технолошко-металуршког факултета у Београду и др Зоран Анђић, научни саветник, Иновациони центар Хемијског факултета у Београду.

5. марта 2026. на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду одлуком бр. 2026-35/71 усвојен је Извештај Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације под називом „Развој порозне керамике на бази природних зеолита и глина за уклањање одабраних катјона из раствора“, а за ментора ове докторске дисертације именована је др Сања Јевтић, ванредни професор Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду.

18. марта 2026. на седници Већа научних области техничких наука Универзитета у Београду одлуком бр. 61206-887/2-26 дата је сагласност на Одлуку Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду о прихватању теме докторске дисертације Дениса Динића под називом „Развој порозне керамике на бази природних зеолита и глина за уклањање одабраних катјона из раствора“ и одређивању др Сање Јевтић, ванредног професора Технолошко-металуршког факултета, Универзитета у Београду за ментора.

9. јула 2026. на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду донета је одлука бр. 2026-35/309 о именовању Комисије за оцену докторске дисертације Дениса Динића, под називом „Развој порозне керамике на бази природних зеолита и глина за уклањање одабраних катјона из раствора“ у саставу: др Жељко Камберовић, редовни професор Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду; др Ђорђе Вељовић, редовни професор Технолошко-металуршког факултета Универзитета у

Београду; др Јелена Дикић, виши научни сарадник, Иновациони центар Технолошко-металуршког факултета у Београду и др Зоран Анђић, научни саветник, Иновациони центар Хемијског факултета у Београду.

1.2. Научна област дисертације

Истраживања у оквиру ове докторске дисертације припадају научној области Технолошко инжењерство, ужа научна област Хемијско инжењерство, за коју је Технолошко-металуршки факултет Универзитета у Београду матична установа. Ментор ове докторске дисертације је др Сања Јевтић, ванредни професор Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду, чија је компетенција потврђена на основу научноистраживачког искуства и објављених научних радова у наведеној научној области.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Денис Динић, маст. инж. технологије рођен је 17. марта 1991. године у Неготину. Основну школу започео је у селу Поповица, а завршио у Неготину. По завршетку Војне гимназије у Београду, школске 2010/2011. године уписао је основне академске студије на Војној академији Универзитета одбране у Београду на студијском програму Војнохемијско инжењерство. Основне академске студије завршио је 2014. године са просечном оценом 9,02. Школске 2014/2015. године уписао је мастер академске студије, студијски програм Инжењерство заштите животне средине на Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београду, док је 2017. године одбраном завршног мастер рада под називом „Синтеза и карактеризација содалита и зеолита Х из летећег пепела термоелектране Морава“ успешно завршио мастер академске студије. Докторске академске студије уписао је школске 2020/2021. године на Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београду, студијски програм Хемијско инжењерство.

По завршетку основних академских студија, вршио је дужности командира и инструктора у Центру атомско-биолошко-хемијске одбране у Крушевцу где је изводио обуку на домаћим и међународним курсевима из области атомско-биолошко-хемијске одбране.

Одлуком Наставно-научног већа Војне академије Универзитета одбране, Денис Динић је 2018. године изабран у звање асистента за ужу научну област „Материјали и заштита“. Одлуком Научног већа Војнотехничког института, Денис Динић је 2023. године изабран у истраживачко звање истраживач-приправник за област Техничко-технолошке науке - технолошко инжењерство.

Аутор је више радова и саопштења објављених у међународним и националним часописима, као и на научним скуповима, и то: једног рада у врхунском међународном часопису (M21a), три рада у истакнутом међународном часопису (M22) и два рада у међународном часопису (M23). Аутор је и три рада објављена у научним часописима националног значаја (M51 и M52), седам саопштења са међународних скупова штампаних у целини и два саопштења са међународних скупова штампана у изводу.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација Дениса Динића под називом „Развој порозне керамике на бази природних зеолита и глина за уклањање одабраних катјона из раствора“ написана је на 130 нумерисаних страна, у оквиру којих се налази 57 слика, 28 табела и 279 литературна навода. Докторска дисертација садржи следећа поглавља: Увод, Теоријски део, Експериментални део, Резултати и дискусија, Закључак и Литература.

Поред тога, дисертација садржи Резиме на српском и енглеском језику и Садржај. На крају дисертације дата је Биографија кандидата, као и Изјава о ауторству, Изјава о истовестности

штампане и електронске верзије докторског рада, Изјава о коришћењу и Оцена извештаја о провери оригиналности докторске дисертације.

По својој форми и садржају, докторска дисертација испуњава све прописане стандарде Универзитета у Београду за израду докторских дисертација.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У поглављу Увод истакнута је проблематика загађења вода тешким металима, амонијум-јонима и радионуклидима, као и потреба за развојем ефикасних и економски прихватљивих метода за њихово уклањање. Дат је преглед постојећих поступака пречишћавања вода, са посебним освртом на адсорпцију и примену порозних керамичких материјала као перспективних адсорбената. Представљен је концепт синтезе еколошки прихватљиве порозне керамике на бази природног зеолита и глине алтернативном методом стварања пене. Дефинисани су циљеви истраживања који обухватају карактеризацију материјала, испитивање адсорпционих својстава према различитим јонима и процену могућности њихове примене у третману отпадних вода.

Поглавље Теоријски део обухвата преглед релевантне литературе о порозним материјалима и методама синтезе порозне керамике, са освртом на примену природних зеолита и глине као полазних сировина. У овом делу размотрене су методе реплике, жртвене фазе и директног стварања пене, као и својства порозне керамике, нарочито њена механичка својства и утицај порозности и физичко-хемијских карактеристика на функционалност материјала. Поглавље садржи анализу извора и последице загађења вода, са нагласком на присуство амонијака, тешких метала и радионуклида у воденим системима. Детаљно су описане интеракције адсорбент–адсорбат и основни механизми адсорпције одабраних катјона, као и фактори који утичу на адсорпциони капацитет и ефикасност процеса. Осим тога, указано је и на ограничења примене адсорбената, укључујући њихову ефикасност и могућност регенерације. На крају овог дела приказани су релевантни законски оквири у области квалитета вода и стање водотокова у Републици Србији. Преглед литературе и теоријска разматрања пружили су основу за избор материјала и метода истраживања, као и за развој порозне керамике на бази природног зеолита и глине као потенцијалног адсорбента за третман комуналних и индустријских отпадних вода.

Експериментални део докторске дисертације садржи приказ коришћених материјала, лабораторијске опреме и примењене методологије истраживања. Описана је синтеза и оптимизација поступка припреме порозне керамике на бази природног зеолита и глине, при чему је испитан утицај састава реакционе смеше и услова синтеровања на карактеристике добијених материјала. Након детаљне карактеризације изабрана су два типа порозне керамике: један на бази природног зеолита и бентонита (ПЗБ) и други на бази природног зеолита и каолина (ПЗК). Ефикасност адсорбента означеног са ПЗБ испитана је у односу на Co^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} , Pb^{2+} , Cs^{+} и Sr^{2+} , док је ПЗК коришћен за везивање NH_4^{+} јона. Капацитет адсорпције одређен је у зависности од почетне концентрације, рН вредности, температуре и времена контакта. Како би се проценила могућност поновне употребе засићених адсорбената и њихова стабилност они су третираны растворима NaCl и HCl , као и раствором који симулира киселу кишу. Детаљно су приказане примењене методе карактеризације, укључујући скенирајућу електронску микроскопију (SEM/EDS), рендгенску дифракциону спектроскопију (XRD), инфрацрвену спектроскопију са Фуријеовом трансформацијом (FTIR), рендгенску флуоресцентну спектрометрију (XRF), термогравиметријску (TG/DTG) и BET анализу, као и одређивање тачке нултог наелектрисања. Наведени су услови извођења адсорпционих експеримената и аналитичке методе за одређивање концентрације испитиваних загађујућих материја укључујући атомску апсорпциону (AAS), UV-Vis и масену спектрометрију са индуктивно спрегнутом плазмом (ICP-MS). Такође су описани поступци за испитивање механизма јонске измене, моделовање кинетике, адсорпционих изотерми и термодинамике процеса.

Поглавље Резултати и дискусија обухвата резултате детаљне карактеризације добијене порозне керамике, као и резултате испитивања адсорпционих својстава према одабраним јонима. У

оквиру карактеризације анализирани су макроскопски изглед и морфологија порозне керамике, механичка својства, термичка стабилност, фазни и хемијски састав. Примењене методе карактеризације омогућиле су повезивање структуре и својстава материјала са његовим адсорпционим понашањем. У оквиру адсорпционих експеримената утврђено је да синтетисана порозна керамика показује добру ефикасност у уклањању испитиваних Co^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} и Pb^{2+} јона, као и Cs^+ , Sr^{2+} и NH_4^+ јона из водених раствора. Анализом кинетике утврђено је да се адсорпција свих испитиваних јона најбоље описује моделом псеудо-другог реда, што указује на значај хемисорпције у процесу везивања, уз значајан допринос јонске измене. Равнотежни услови и адсорпциони капацитети одређени су на основу зависности адсорпције од времена контакта и почетне концентрације раствора. Адсорпционе изотерме најбоље су описане Ленгмировим моделом, што указује на доминантну адсорпцију у виду монослоја на релативно хомогеним активним местима површине адсорбента. Утврђено је да температура има мали утицај на процес адсорпције, при чему повећање температуре благо побољшава адсорпцију Co^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} , Pb^{2+} , Cs^+ и Sr^{2+} јона, док код NH_4^+ јона доводи до смањења ефикасности адсорпције. Осим тога, за Cs^+ и Sr^{2+} додатно је показан утицај присуства сурфактанта на ефикасност адсорпције. Термодинамичком анализом утврђено је да је адсорпција Co^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} , Pb^{2+} , Cs^+ и Sr^{2+} спонтан и ендотерман процес, док је адсорпција NH_4^+ спонтана и егзотермна.

У поглављу Закључак сумирани су најзначајнији резултати добијени током истраживања и изведени су кључни закључци о својствима и адсорпционом понашању синтетисане порозне керамике. Потврђено је да је на бази природног зеолита и глине могуће добити керамику развијене порозне структуре, задовољавајућих физичко-хемијских и механичких својстава и погодну за примену у адсорпционим процесима. На основу свих резултата закључено је да синтетисана порозна керамика представља перспективан, економичан и одржив адсорбент за уклањање амонијум-јона, јона тешких метала и радионуклида из водених раствора.

У поглављу Литература дат је списак коришћене литературе.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Савременост истраживања огледа се у развоју еколошки прихватљивог и економски оправданог порозног материјала за уклањање различитих јона из отпадних вода, применом природних минералних сировина и алтернативног поступка синтезе. Посебан значај има истовремено испитивање адсорпционе ефикасности према широком спектру токсичних јона, укључујући амонијум-јон, јоне тешких метала и радионуклиде, као и детаљно повезивање структурних и површинских својстава порозне керамике са њеним адсорпционим понашањем.

Оригиналност истраживања огледа се у оптимизацији синтезе порозне керамике на бази природног зеолита и различитих глина методом директног стварања пене, уз испитивање утицаја услова синтезе на порозност, механичка својства и адсорпционе карактеристике добијених материјала. Посебан допринос представља испитивање утицаја присуства сурфактанта, натријум додекан-1-ил сулфата (SDS), на адсорпцију Cs^+ и Sr^{2+} јона, имајући у виду да је овај аспект адсорпције на порозним керамичким материјалима у литератури релативно мало заступљен. Осим тога, свеобухватна анализа механизма адсорпције применом кинетичког, изотермског и термодинамичког моделовања, као и испитивање стабилности, десорпције и могућности регенерације порозне керамике представља додатни допринос овог истраживања.

Добијени експериментални резултати потврдили су постављене хипотезе и показали да синтетисана порозна керамика представља перспективан материјал за одрживу примену у процесима пречишћавања вода, уз предност коришћења доступних природних сировина и могућност контролисане регенерације материјала.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У оквиру докторске дисертације Дениса Динића цитирано је 279 литературна навода, од којих је највећи број новијег датума, што је омогућило свеобухватан преглед стања у области истраживања и сагледавање актуелности дате теме. Кандидат је прегледао и анализирао савремене научне радове из области порозних материјала, природних зеолита и глина, синтезе и карактеризације порозне керамике, као и њихове примене у адсорпционим процесима за уклањање различитих загађујућих материја из водених система. Посебна пажња посвећена је литератури која се односи на механизме адсорпције, кинетику, адсорпционе изотерме и термодинамику процеса, као и на стабилност, десорпцију и могућност регенерације адсорбената. На основу коришћене литературе уочава се изврсно познавање релевантних истраживања и савремених научних токова у области развоја и примене порозних материјала за пречишћавање вода.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У докторској дисертацији Дениса Динића примењене су одговарајуће експерименталне и аналитичке методе за синтезу, карактеризацију и испитивање адсорпционих својстава порозне керамике на бази природног зеолита и глинe. Морфолошка, структурна и фазна својства испитана су применом скенирајуће електронске микроскопије (SEM/EDS), рендгенске дифракционе спектроскопије (XRD), инфрацрвене спектроскопије са Фуријеовом трансформацијом (FTIR), рендгенске флуоресцентне спектрометрије (XRF), термогравиметријске анализе (TG/DTG) и BET анализе. Одређивањем капацитета катјонске измене, тачке нултог наелектрисања, густине, порозности и механичких својстава додатно су дефинисана физичко-хемијска и функционална својства добијених материјала.

Адсорпциона својства порозне керамике испитана су у шаржним системима применом одговарајућих аналитичких метода за одређивање концентрације испитиваних јона, укључујући атомску апсорпциону спектрометрију (AAS), UV-Vis спектрофотометрију и масену спектрометрију са индуктивно спрегнутом плазмом (ICP-MS). Применом кинетичких, изотермских и термодинамичких модела извршена је математичка анализа експерименталних података, чиме је омогућено поузданије тумачење механизма и карактеристика процеса адсорпције у испитиваним системима.

Примењене методе су адекватно одабране у односу на постављене циљеве и омогућиле су свеобухватно сагледавање односа између састава, структуре, порозности, механичких својстава и адсорпционе ефикасности порозне керамике. Комбиновањем различитих метода добијени су поуздани подаци неопходни за карактеризацију материјала, анализу механизма адсорпције и процену његове стабилности, могућности регенерације и потенцијала за примену у третману вода.

3.4. Применљивост остварених резултата

У оквиру докторске дисертације развијена је синтеза порозне керамике на бази природног зеолита и глинe једноставним и економски прихватљивим поступком директног стварања пене која показује потенцијал за примену у уклањању различитих загађујућих јона из водених раствора. Добијени материјал карактеришу развијена порозна структура, задовољавајућа механичка и хемијска стабилност и способност адсорпције амонијум-јона, јона тешких метала и радионуклида. За разлику од полазних прашкастих материјала, порозна керамика је добијена у облику компактног и механички стабилног адсорбента што олакшава руковање, раздвајање фаза и потенцијалну примену у континуалним системима за пречишћавање.

Посебан значај за применљивост резултата има утврђена стабилност порозне керамике у условима симулираних киселих киша, као и могућност контролисане десорпције адсорбованих јона применом одговарајућих регенерационих раствора. Експериментални резултати указују на

могућност регенерације и поновне употребе материјала, као и на низак ризик од неконтролисаног ослобађања адсорбованих јона у условима изложености атмосферским утицајима.

Коришћење природног зеолита и глина као доступних и економски повољних сировина додатно доприноси економској и еколошкој оправданости развијеног материјала. Добијени резултати представљају основу за даља истраживања усмерена ка оптимизацији за индустријску примену материјала и његовом тестирању у сложенијим и континуалним системима за третман отпадних вода, као и ка процени могућности примене у различитим условима реалних водених система.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Током израде докторске дисертације кандидат Денис Динић је показао способност за самостално планирање и извођење комплексних истраживања у области порозних материјала и адсорпционих процеса. Овладао је применом различитих метода синтезе и карактеризације материјала, као и методама за испитивање и математичко моделовање адсорпционих процеса, при чему је испољио способност критичке анализе и тумачења добијених резултата у односу на релевантну научну литературу. Током истраживања показао је самосталност у планирању и извођењу експеримената, обради и анализи резултата, као и у формулисању научних закључака. На основу показаног нивоа самосталности, стручности и постигнутих резултата, Комисија је мишљења да кандидат поседује све неопходне компетенције за самосталан научноистраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Резултати остварени у оквиру докторске дисертације представљају научни допринос области развоја и синтезе порозне керамике на бази природних алумосиликатних минерала – зеолита и глина, са посебним освртом на њихову примену у адсорпционим процесима за уклањање различитих катјона из водених раствора.

На основу спроведеног истраживања могу се издвојити следећи научни доприноси:

- развијен је и оптимизован поступак синтезе порозне керамике на бази природног зеолита и глине применом методе директног стварања пене, при чему је показано да врста глине и количина водоник-пероксида значајно утичу на формирање порозне структуре и механичка својства материјала. Узорци на бази бентонита (ПЗБ), припремљени са 4 и 8% водоник-пероксида, достигли су порозност од 63,11 и 74,73%, редом, док је код узорка на бази каолина (ПЗК), са 5% водоник-пероксида, постигнута порозност од 79,49%. Повећање количине водоник-пероксида код ПЗБ узорака довело је до повећања порозности, али истовремено и до смањења притисне чврстоће са 292 на 94 kPa. Иако је притисна чврстоћа при већој количини средства за пењење нижа, добијена вредност је технолошки оправдана, чиме је потврђен значај порозности за механичку стабилност синтетисане керамике.
- показано је да развијенија порозна структура позитивно утиче на брзину и ефикасност адсорпције Co^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} и Pb^{2+} јона. Узорак на бази бентонита, ПЗБ, са већим садржајем средства за пењење омогућио је брже везивање испитиваних јона и остварио веће адсорпционе капацитете, који су износили 4,51; 4,95; 5,01 и 11,87 mg g^{-1} за Co^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} и Pb^{2+} . Добијени резултати указују да квантитет и повезаност пора олакшавају транспорт раствора кроз материјал и повећавају доступност активних места за везивање катјона.
- утврђена је специфична селективност порозне керамике према испитиваним катјонима и то: $\text{Pb}^{2+} > \text{Zn}^{2+} > \text{Ni}^{2+} > \text{Co}^{2+}$. Посебно је значајно што је у односу на природни зеолит показан већи афинитет према Ni^{2+} у односу на Co^{2+} чиме је потврђено да структура материјала утиче на селективност према појединим катјонима.

- испитан је утицај присуства три различита сурфактанта: цетилетилтриметиламонијум-хлорида (HDTMA), SAFOL 23E6.5 и натријум-додекан-1-ил-сулфата (SDS) на адсорпцију Cs^+ и Sr^{2+} јона при чему је показано да SDS повећава адсорпцију Sr^{2+} али истовремено смањује адсорпцију Cs^+ , што указује на различите механизме интеракције сурфактанта са испитиваним катјонима. У његовом присуству утврђени равнотежни адсорпциони капацитети износили су $4,007 \text{ mg g}^{-1}$ за Cs^+ и $9,889 \text{ mg g}^{-1}$ за Sr^{2+} .
- утврђено је да се адсорпција Co^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} , Pb^{2+} , Cs^+ , Sr^{2+} и NH_4^+ најбоље описује моделом псеудо-другог реда, што указује на доминантан допринос хемисорпције, уз значајну улогу јонске измене. Показано је да повећање температуре убрзава адсорпцију Co^{2+} и Pb^{2+} , док код Ni^{2+} и Zn^{2+} није утврђена јасна температурна зависност кинетичких параметара, што указује на утицај других фактора, попут хидратационих својстава јона и њихове интеракције са активним местима адсорбента.
- проучавањем адсорпционих изотерми закључено је да Ленгмиров модел најбоље описује адсорпцију Co^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} , Pb^{2+} , Cs^+ , Sr^{2+} и NH_4^+ што указује да се испитивани јони вежу на енергетски хомогеним активним местима уз формирање монослоја без значајних међусобних интеракција.
- резултати су омогућили јасно дефинисање утицаја температуре на адсорпционо понашање испитиваних катјона и потврдили различиту природу њихових интеракција са адсорбентом. Закључено је да адсорпција Co^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} , Pb^{2+} , Cs^+ и Sr^{2+} представља спонтан и ендотерман процес. Насупрот томе, повећање температуре смањује ефикасност адсорпције NH_4^+ јона.
- у условима симулираних киселих киша метал засићена порозна керамика је показала задовољавајућу стабилност уз занемарљиво излуживање већине испитиваних јона, што указује на низак ризик од њиховог неконтролисаног ослобађања при изложености атмосферским утицајима. Истовремено, дејством разблаженог раствора хлороводоничне киселине могуће је десорбовати везане јоне метала и на тај начин извршити регенерацију адсорбента у циљу поновне употребе.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Резултати добијени у оквиру докторске дисертације омогућили су свеобухватну процену могућности примене порозне керамике на бази природног зеолита и глина као адсорбента за уклањање различитих катјона из водених раствора. Посебна вредност истраживања огледа се у повезивању услова синтезе, развијене порозне структуре, физичко-хемијских својстава и адсорпционог понашања добијених материјала. Показано је да повећање порозности доводи до смањења густине и механичке чврстоће, али да развијена порозна структура има значајан утицај на адсорпционе перформансе. Потврђено је да се оптимизацијом састава и услова синтезе може утицати на однос структурних, механичких и адсорпционих својстава материјала.

Критичком анализом добијених резултата показано је да синтетисана порозна керамика остварује задовољавајуће адсорпционе капацитете који су за Co^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} и Pb^{2+} јоне износили $4,51$, $4,95$, $5,01$ и $11,87 \text{ mg g}^{-1}$, док су за Cs^+ и Sr^{2+} износили $4,007$ и $9,889 \text{ mg g}^{-1}$. Добијени резултати, у комбинацији са развијеном порозном структуром, механичком стабилношћу и утврђеном могућношћу регенерације указују на потенцијал синтетисаних материјала за примену у облику керамичке испуне у системима за пречишћавање воде. Кинетичком анализом у шаржним условима утврђено је време потребно за достизање адсорпционе равнотеже што представља значајан параметар за процену применљивости материјала и основу за будуће пројектовање проточних система.

Релевантност истраживања додатно је потврђена испитивањем адсорпције Cs^+ и Sr^{2+} јона у присуству сурфактанта. Показано је да присуство сурфактанта може значајно изменити адсорпционо понашање порозне керамике, при чему ефекти зависе од врсте сурфактанта и испитиваног јона. Добијени резултати указују на значај разматрања присуства површински активних материја при примени порозне керамике у сложенијим системима.

Испитивањем кинетике, адсорпционих изотерми и термодинамике добијени су подаци о брзини, равнотежи и енергетским карактеристикама адсорпционих процеса који представљају значајну основу за даље пројектовање и оптимизацију. У комбинацији са резултатима испитивања стабилности у условима симулираних киселих киша и могућности контролисане десорпције добијени резултати представљају експерименталну основу за прелазак са лабораторијских испитивања у шаржним условима на развој и пројектовање система за практичну примену порозне керамике као адсорпционог материјала.

4.3. Верификација научних доприноса

Из истраживања у оквиру ове докторске дисертације кандидат Денис Динић је публикувао један научни рад у врхунском међународном часопису (M21a) и један рад у истакнутом међународном часопису (M22).

Списак научних радова који су произашли као резултат рада кандидата на докторској дисертацији:

Радови у водећем међународном часопису категорије M21a

1. **Dinić D.**, Sokić K., Anđić Z., Kamberović Ž., Dikić J., Jevtić S. (2025). Eco-friendly porous ceramics based on zeolite and bentonite: Preparation and assessment of adsorption efficiency toward lead, nickel, and cobalt ions. *Ceramic International*, 51(26), 49295-49306. (IF=5,6) (ISSN: 0272-8842) (<https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2025.08.171>)

Рад у истакнутом међународном часопису M22

1. **Dinić D.**, Sokić K., Dikić J., Nikolić V., Marinković A., Anđić Z., Kamberović Ž., Jevtić S. (2024). Porous ceramic based on cost-effective natural zeolite and kaolin for removal of ammonium ions: preparation, characterization and application. *Science of Sintering*, (IF=1,5) (ISSN: 0350-820X) (<https://doi.org/10.2298/SOS240708038D>)

5. ПРОВЕРА ОРИГИНАЛНОСТИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

На основу Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду (Гласник Универзитета у Београду, бр. 204 од 22. јуна 2018. године), коришћењем програма *iThenticate* 11. августа 2026. године извршена је провера оригиналности докторске дисертације Дениса Динића под називом „Развој порозне керамике на бази природних зеолита и глина за уклањање одабраних катјона из раствора“. Утврђено подударање текста износи сумарно 18%. Овај степен подударности је последица општеприхваћених појмова, личних имена и назива, устаљених стручних термина и израза, као и претходно публикованих резултата докторандових истраживања, који су проистекли из његове дисертације. Посебно се у деловима који се односе на опис експерименталних поступака и приказ резултата јављају уобичајене формулације које произлазе из природе научног језика и начина описивања експерименталних резултата.

На основу свега изнетог, Комисија сматра да је докторска дисертација Дениса Динића оригинална, као и да су у потпуности поштована академска правила цитирања, те се прописани поступак припреме за њену одбрану може наставити.

6. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу наведеног Комисија сматра да докторска дисертација Дениса Динића, мастер инжењера технологије, под називом „Развој порозне керамике на бази природних зеолита и глина за уклањање одабраних катјона из раствора“ представља значајан и оригиналан научни допринос у области којој дисертација припада (Технолошко инжењерство; Хемијско инжењерство), што је и потврђено објављивањем радова у водећим међународним научним часописима. Предмет и циљеви који су дефинисани у извештају за оцену научне заснованости теме су у потпуности остварени. Стога, Комисија је мишљења да ова докторска дисертација испуњава све захтеване критеријуме као и да је кандидат током израде дисертације показао научноистраживачку способност и самосталност у свим фазама израде дисертације. Имајући у виду квалитет, обим и научни допринос постигнутих и приказаних резултата, Комисија предлаже да се докторска дисертација Дениса Динића под називом „Развој порозне керамике на бази природних зеолита и глина за уклањање одабраних катјона из раствора“ изложи на увид јавности, а затим упути на усвајање Наставно-научном већу Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду и на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду. Након завршетка ове процедуре, Комисија предлаже да се кандидат позове на усмену одбрану докторске дисертације пред Комисијом у истом саставу.

У Београду, 17. август 2026. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

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

.....
Др Ђорђе Вељовић, редовни професор
Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки факултет

.....
Др Јелена Дикић, виши научни сарадник
Иновациони центар Технолошко-металуршког факултета, Београд

.....
Др Зоран Анђић, научни саветник
Иновациони центар Хемијског факултета, Београд