

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ
„ПРОУЧАВАЊЕ КОРОЗИЈЕ БАКРА У ПРИСУСТВУ ОДАБРАНИХ ДЕРИВАТА ТИАЗОЛА“
кандидата **Јелене Накомчић**

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ
<ol style="list-style-type: none">1. Датум и орган који је именовео комисију 24. август 2016. Наставно-научно веће Природно-математичког факултета у Новом Саду2. Састав комисије са знаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датума избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен:<ol style="list-style-type: none">1. др Слободан Гацурић, ванредни професор, ужа научна област Аналитичка хемија, изабран у звање 08.11.2012. Природно-математички факултет у Новом Саду, председник2. др Ђенђи Ваштаг, редовни професор, ужа научна област Аналитичка хемија, изабрана у звање 01.10.2014. Природно-математички факултет у Новом Саду, ментор3. др Милан Вранеш, доцент, ужа научна област Аналитичка хемија, изабран у звање 20.12.2012. Природно-математички факултет у Новом Саду, члан4. др Небојша Николић, научни саветник, ужа научна област Природно-математичке науке – хемија, изабран у звање 10.10.2007. ИХТМ, Центар за Електрохемију, Универзитет у Београду, члан
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
<ol style="list-style-type: none">1. Име, име једног родитеља, презиме: Јелена, Драго, Накомчић2. Датум рођења, општина, држава: 26.12.1987. Зрењанин, Република Србија3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив Природно-математички факултет, Мастер академске студије хемије - модул: аналитичка хемија, Мастер хемичар,4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија: 2011, Докторске академске студије хемије5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране: ---6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука: ---
III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ: „ПРОУЧАВАЊЕ КОРОЗИЈЕ БАКРА У ПРИСУСТВУ ОДАБРАНИХ ДЕРИВАТА ТИАЗОЛА“
IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ: Докторска дисертација „Проучавање корозије бакра у присуству одабраних деривата тиазола“ кандидата Јелене Накомчић је написана на српском језику, латиничним писмом, на 90 страна текста А4 формата. Подељена је у 8 поглавља: Увод, Општи део, Експериментални део, Резултати и дискусија, Закључак, Summary, Литература и Прилог. Рад садржи укупно 31 слику, 25 табела и 125 литературних навода. На почетку дисертације налази се захвалница и садржај, а на крају биографија.

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Увод

У Уводу докторске дисертације је на две стране концизно и јасно дато образложење о потребама и циљевима истраживања. Потребе истраживања су образложене све већом неопходношћу заштите конструкционих материјала (метала) као кључних елемената савремених техничких система који под утицајем спољне средине мање или више подлежу деградацији односно корозији. Наиме, по најновијим истраживањима штете настале услед корозије материјала представљају један од узрока великих губитака у привреди развијених земаља и износе и до 3-4% бруто националног дохода. Стога је разумљиво велико интересовање да се степен корозије материјала смањи на што мању могућу меру. У том циљу савремено друштво примењује различите методе заштите материјала од корозије.

Бакар и његове легуре спадају у значајне индустријске конструкционе материјале због широке комерцијалне употребе претежно као проводника топлотне и електричне енергије. Бакар и већина његових легура су постојани и у слабо алкалној и у слабо киселој средини, међутим присуство оксидационих средстава, комплексирајућих агенаса и агресивнија средина доводе до његове значајне деградације. Бакар као конструкциони материјал често је изложен киселој средини приликом пречишћавања, електрополирања, при отклањању корозионих производа са преносника топлоте, а у последње време и услед све већег загађења животне средине, понајвише појавом киселих киша.

Заштита бакра у киселој средини најчешће се врши применом корозионих инхибитора. Анализом најновије литературе јасно је уочљиво да упркос великом броју једињења која су испитивана као потенцијални корозиони инхибитори бакра, број једињења са добрим заштитним особинама у киселој средини је лимитиран. Наиме, већини испитиваних једињења за добру интеракцију са бакарном површином (ефикасну корозиону заштиту) неопходно је присуство оксида на површини метала. У киселој средини формирање оксидног слоја на површини бакра је онемогућено услед чега велики број инхибитора не остварује задовољавајући степен заштите. Из наведених разлога у научним круговима постоји константно интересовање за проналажење једињења која ће остварити што бољу ефикасност у превенцији корозије бакра у киселој средини.

На основу образложења изнетих у Уводу дефинисани су следећи циљеви докторске дисертације:

-Испитивање ефикасности инхибиције корозије бакра одабраним дериватима тиазола у кисело сулфатној средини у зависности од њихове концентрације и температуре корозионе средине.

-Одређивање основних кинетичких (активационих) параметара процеса корозије бакра у одсуству и присуству деривата тиазола.

-Анализа адсорпционих изотерми с циљем дефинисања модела који најбоље описује процеса адсорпције испитиваних деривата тиазола на бакарној површини при експерименталним условима.

-Одређивање кључних термодинамичких параметара процеса адсорпције проучаваних деривата тиазола на бакарној површини при датим условима.

-Моделовање испитиваних електрохемијских система и праћење динамичких процеса који се одигравају на површини бакра у присуству и одсуству инхибитора.

-*in situ* праћење процеса електрохемијског растварања бакра у киселом сулфатном раствору без и у присуству одабраних деривата тиазола.

-Праћење утицаја процеса корозије на морфологију и микроструктуру бакарне површине.

-Предвиђање потенцијалних реакционих центара у молекулима испитиваних инхибитора на основу теоријских прорачуна на нивоу теорије функционала густине (Density functional theory - DFT).

-Корелација експерименталних резултата са резултатима теоријских прорачуна у циљу добијања свеобухватније слике о механизму деловања испитиваних деривата тиазола на превенцију корозије бакра у киселој сулфатној средини.

Општи део

Општи део је написан на 28 страна и подељен у неколико тематских целина. У првој тематској целини наведен је сажет опис најважнијих карактеристика корозије метала. Друга тематска област у кратким цртама описује најважнија својства бакра као конструкционог материјала и даје детаљан опис корозионих својстава бакра у различитим срединама. С обзиром на то да се као

основни циљ докторске дисертације наводи испитивање могућности заштите бакра од корозије у киселој средини применом одабраних деривата тиазола као потенцијалних инхибитора, у трећој тематској области представљене су најважније чињенице о корозионим инхибиторима, о њиховој класификацији као и о механизму деловања. Пошто испитивани деривати тиазола спадају у органске инхибиторе, кандидат даје систематичан, детаљан и свеобухватан преглед најновијих литературних навода о могућности заштите бакра од корозије применом органских једињења, с посебним освртом на до сада испитиване деривате тиазола као потенцијалних инхибитора корозије метала. Следи тематска целина у којој су наведене најчешће примењиване методе за праћење корозионих особина метала.

У оквиру целог општег дела, кандидат веома вешто користи хетерогену и обимну литературну грађу, издвајајући при томе најактуелнију коју успешно уклапа у једну целину из које се јасно сагледава проблематика докторске дисертације.

Експериментални део

У експерименталном делу поред основних података о испитиваним једињењима и коришћеним растворима, описане су примењене експерименталне методе, услови експерименталног рада, као и начин израчунавања и обраде података. Дате су и основне информације о примењеним софтверским пакетима.

Резултати и дискусија

Поглавље Резултати и дискусија подељено је у седам целина у оквиру којих је, уз бројне слике и табеле, дат детаљан опис и јасна дискусија резултата истраживања. Цитирани литературни наводи у овом поглављу су критички одабрани, актуелни и поткрепљују дискусију резултата ове дисертације.

У првом делу овог поглавља дат је детаљан приказ и анализа резултата добијених испитивањем инхибиторске ефикасности одабраних деривата тиазола. У оквиру овог дела, у три одвојене подобласти приказани су и дискутовани резултати добијени мерењем губитка масе, електрохемијском импедансоном спектроскопијом и потенциостатским поларизационим мерењима. На основу приказаних резултата кандидат одређује инхибиторску ефикасност испитиваних деривата тиазола у функцији њихове структуре и примењене концентрације. Такође одређује и тип инхибиције при датим условима и предлаже моделе еквивалентног кола који даје најбољи опис процеса корозије бакра у одсуству и присуству испитиваних инхибитора.

Друга целина поглавља Резултати и дискусија посвећена је анализи утицаја температуре на инхибиторску ефикасност испитиваних деривата тиазола. У оквиру тога, приказани су и дискутовани резултати добијени поларизационим мерењима у функцији температуре корозионе средине као и концентрације анализираних инхибитора. Добијени резултати су коришћени за одређивање кинетичких параметара (Аренијусов пред-експоненцијални фактор, енергија активације, енталпија и ентропија активације) рекације растварања бакра у одсуству и присуству деривата тиазола.

У трећој целини овог поглавља, експериментални подаци добијени потенциостатским поларизационим мерењима при различитим концентрацијама испитиваних инхибитора и различитим температурама корозионе средине коришћени су за проналажење адсорпционе изотерме која на најадекватнији начин описује адсорпцију анализираних деривата тиазола на бакарну површину у киселој сулфатној средини. Добијени резултати су даље коришћени за утврђивање типа адсорпције, као и за одређивање кључних термодинамичких параметара: константе равнотеже процеса адсорпције, промене слободне енергије, промене енталпије и ентропије процеса адсорпције ових инхибитора на бакарну површину при датим условима.

Четврта целина овог поглавља обухвата анализу утицаја протонације и структуре молекула испитиваних деривата на потенцијални механизам њиховог деловања.

Пета област приказује резултате добијене *in situ* праћењем губитка масе бакарне електроде добијене кварц-кристалном микровагом и њихову детаљну дискусију, док је шеста област посвећена анализи утицаја корозије бакра у присуству и одсуству испитиваних деривата тиазола на микроструктуру и морфологију бакарне површине.

Последња, седма целина поглавља Резултати и дискусија обрађује резултате добијене молекулском

динамиком и прорачунима на нивоу теорије функционалне густине. У оквиру тога, приказан је и анализиран распоред укупне површине електронске густине у молекулима, енергија ХОМО и ЛУМО орбитала као и тзв. Фукуијеве функције. На основу добијених резултата предвиђени су реакциони центри молекула испитиваних инхибитора преко којих се највероватније остварује донорско-акцепторска интеракција са површином бакра. Добијени резултати теоријских прорачуна су доброј сагласности са експерименталним резултатима.

Закључак

У закључку написаном на 2 стране су на јасан и прегледан начин сумирани и истакнути најзначајнији резултати докторске дисертације.

Summary

Summary предствља закључак докторске дисертације на енглеском језику.

Литература

Ово поглавље на 8 страна садржи 125 одабраних и актуелних литературних навода који обухватају све важније референце релевантне за разматрану проблематику, с тим да је највећи део наведених референци новијег годишта.

Прилог

У прилогу су на 6 страна дати: графици добијени моделовањем резултата мерења електрохемисјке импедансне спектроскопије при различитим концентрацијама примењених деривата тиазола, као и поларизационе криве добијене обрадом потенциостатских поларизационих мерења при различитим температурама корозионе средине и концентрацијама испитиваних деривата тиазола, који су иначе саставни део резултата и дискусије. На овај начин, постигнут је јаснији и концизнији приказ резултата докторске дисертације.

VI СПИСАК НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КОЈИ СУ ОБЈАВЉЕНИ ИЛИ ПРИХВАЋЕНИ ЗА ОБЈАВЉИВАЊЕ НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА У ОКВИРУ РАДА НА ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ

Радови категорије M22:

1. J. Nakomčić, Gy. Vastag, A. Shaban, L. Nyikos: Effect of thiazole derivatives on copper corrosion in acidic sulphate solution, *Int. J. Electrochem. Sci.*, 2015, 10, 5365–5381. (IF=1,956)
2. Gy. Vastag, J. Nakomčić, A. Shaban: Thermodynamic properties of 5-(4'-isopropylbenzylidene)-2,4-dioxotetrahydro-1,3-thiazole as a corrosion inhibitor for copper in acid solution, *Int. J. Electrochem. Sci.*, 2016, 11, xx - yy (IF=1,692) - прихваћен

Радови категорије M24:

1. Ђ. Vaštag, S. Apostolov, J. Nakomčić, B. Matijević: Inhibitorske karakteristike derivata tiazola na koroziju bakra u kiseloj sredini, *Zaštita materijala*, 2013, 54, 371–379.
2. Ђ. Vaštag, J. Nakomčić, S. Apostolov, B. Matijević, A. Shaban: Inhibicija korozije bakra primenom derivata tiazola, *Zaštita materijala*, 2015, 56 429–434.
3. J. Nakomčić, Ђ. Vaštag: Derivati tiazola i triazola kao inhibitori korozije metala I deo, *Zaštita materijala*, 2016, 57, 183–193.
4. Ђ. Vaštag, J. Nakomčić: Derivati tiazola i triazola kao inhibitori korozije metala II deo, *Zaštita materijala*, 2016, 57, 213–224.

Радови категорије M33:

1. Dj. Vastag, J. Nakomčić, S. Apostolov, B. Matijević: Inhibitorske osobine derivata tiazola na koroziju bakra u kiseloj sredini, *III International Congress Engineering, Environment and Materials in the Processing Industry*, 2013, Jahorina, BIH, Proceedings 373–381.
2. Ђ. Vaštag, S. Apostolov, J. Nakomčić, B. Matijević: Mogućnost zaštite bakra od korozije pri pH=4 primenom derivata tiazola, *XV YUCORR International Conference*, 2013, Tara, Serbia, Proceedings 78–85.

3. Đ. Vaštag, J. Nakomčić, S. Apostolov, B. Matijević: Tiazol kao inhibitor korozije bakra, *IV International Congress Engineering, Environment and Materials in the Processing Industry*, 2015, Jahorina, BIH, Proceedings 639–646.

Радови категорије M34:

1. J. Nakomčić, S. Apostolov, B. Matijević, Dj. Vaštag: Inhibitive properties of thiazole derivative on the corrosion of copper in acidic media, *ICOSECS 8*, 2013, Belgrade, Serbia, Book of Abstracts, p. 120.
2. Đ. Vaštag, J. Nakomčić, S. Apostolov, B. Matijević: Effect of pH value and temperature on the inhibitory efficiency of thiazole derivatives against copper corrosion, *XVI YUCORR International Conference*, 2014, Tara, Serbia, Book of Abstracts, p. 66.
3. Đ. Vaštag, J. Nakomčić, S. Dožić, S. Gadžurić, M. Vraneš, A. Shaban: Ionic liquids as corrosion inhibitors of copper in acidic media, *XVII YUCORR International Conference*, Tara, Serbia, 2015, Book of Abstracts, pp 13.
4. Đ. Vaštag, J. Nakomčić, S. Dožić, S. Gadžurić: Possibility of inhibition of copper corrosion in acidic solution using selected ionic liquids, *XVIII YUCORR International Conference*, Tara, Serbia, 2016, Book of Abstracts, pp 173.

Радови категорије M64:

1. J. Nakomčić, Đ. Vaštag, S. Apostolov, B. Matijević: The application of thiazole derivative as a copper corrosion inhibitor, *51st Meeting of the Serbian Chemical Society*, 2014, Niš, Serbia, Book of Abstracts, p. 30.
2. J. Nakomčić, Đ. Vaštag, S. Apostolov, B. Matijević: Inhibition of copper corrosion in acidic sulphate solution by thiazole derivative, *52nd Meeting of the Serbian Chemical Society*, 2015, Novi Sad, Serbia, Book of Abstracts, p. 36.

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

У овој докторској дисертацији проучаван је процеса корозије бакра као и инхибиторско дејство одабраних деривата тиазола: 5-(5'-метилфурфурилиден-2')-2,4-диоксотетрахидро-1,3-тиазол (MFDT), 2-тионо-5-(4'-етоксибензилиден)-4-оксотетрахидро-1,3-тиазол (TEBOT) и 5-(4'-диметиламино бензилиден)-2,4-диоксотетрахидро-1,3-тиазол (DABDT), на корозију бакра у кисело сулфатној средини при pH=3. На основу свих резултата приказаних у раду може се као основни закључак издвојити, да сва три испитивана деривата тиазола, MFDT, TEBOT и DABDT, инхибирају корозију бакра у 0,1 mol·dm⁻³ раствору Na₂SO₄ (pH=3). Инхибиторска ефикасност испитиваних једињења одређена различитим експерименталним методама (гравиметрија, потенциометрија, електрохемијска импеданса спектроскопија као и кварц–кристална микровага) је у доброј међусобној сагласности и указују да је ефикасност заштите бакра од корозије у присуству ових деривата одређена пре свега хемијском структуром инхибиторског молекула (особинама супституената), употребљеном концентрацијом испитиваних деривата као и температуром корозионе средине. Инхибиторска ефикасност испитиваних једињења расте са порастом њихове концентрације, температуре и прати следећи редослед: MFDT < TEBOT < DABDT.

Резултати добијени мерењем електрохемијске импедансе указују да је механизам електрохемијског растварања бакра у киселом раствору сулфата доминантно под дифузионом контролом, док је у присуству испитиваних деривата тиазола процес корозије бакра активационо контролисан, а да у присуству инхибитора долази до пораста отпора преносу наелектрисања, као и до смањења капацитета двојног слоја што сугерише да се заштита бакра од корозије остварује адсорпцијом молекула инхибитора на површини метала.

Вредности корозионог потенцијала инхибиторских система, указују да се испитивани деривати тиазола могу класификовати као инхибитори корозије мешовитог типа. Међутим, изразито смањење катодне густине струје у присуству деривата MFDT и TEBOT указује да наведена једињења спадају доминантно у катодни тип инхибитора, док DABDT и на основу ових параметера испољава својства инхибитора корозије бабра мешовитог типа у киселом раствору сулфата.

Резултати такође указују да температура има утицај на инхибиторску ефикасност испитиваних деривата тиазола у кисело сулфатној средини. Закључено је да њихова инхибиторска ефикасност расте са порастом температуре, услед чега су и вредности за привидну енергију активације као и Аренијусов предекспоненцијални фактор нижи у присуству инхибитора MFDT, TEBOT и DABDT у поређењу са корозионом средином.

Анализа адсорпционих својстава испитиваних деривата тиазола при датим условима указује да се адсорпција инхибитора MFDT и TEBOT на површини бабра у киселом $0,1 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ раствору Na_2SO_4 одиграва према Бокрис-Свинкелс адсорпционој изотерми ($X=1$), док адсорпција деривата DABDT прати модел Ленгмирове адсорпционе изотерме и да се адсорпција сва три испитивана деривата тиазола одиграва као ендотерман процес праћен порастом укупне ентропије система.

Пораст инхибиторске ефикасности испитиваних деривата тиазола са порастом температуре као и израчунати кључни термодинамички параметри процеса адсорпције: стандардне слободне енергије адсорпције, стандардне енталпије адсорпције и стандардне ентропије, указују да је адсорпција сва три испитивана једињења комплексне природе и претежно хемијског карактера.

In situ мерења губитка масе бакарне електроде електрохемијском кварц-кристалном микровагом показала су да присуство сва три испитивана инхибитора доводи до успоравања процеса електрохемијског растварања бабра док резултати скенирајуће електронске микроскопије/енергетско дисперзивне спектрометрије (SEM/EDX) указује да $0,1 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ раствор Na_2SO_4 ($\text{pH}=3$) без и у присуству испитиваних деривата MFDT, TEBOT и DABDT изазива морфолошке промене на површини бабра у односу на нетретирану бакарну површину на ваздуху. У присуству испитиваних деривата тиазола долази до смањења корозионих оштећења на металној површини у поређењу са корозионом средином. Као и у случају осталих примењених метода анализе и при морфолошкој анализи је закључено да најбољу корозиону заштиту бабру при датим условима пружа дериват DABDT, затим следи TEBOT и на крају MFDT.

Резултати теоријских прорачуна на нивоу теорије функционала густине указују на потенцијалне реакционе центре у молекулу испитиваних инхибитора преко којих је остварива донорско-акцепторска интеракција деривата тиазола са површином бабра. Најбоље инхибиторске карактеристике као и у експерименталним испитивањима добијене су за дериват DABDT.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

По мишљењу Комисије текст докторске дисертације написан је у складу са опште прихваћеним принципима писања овакве врсте рада. Кандидат је квалитетно и детаљно приступио обради и анализи великог броја експерименталних и рачунских података. Резултати добијени у овој докторској дисертацији изложени су јасно и систематично, графички и табеларно добро интерпретирани, правилно дискутовани и упоређивани са резултатима доступним из релевантне научне литературе. Изведени закључци дају одговарајуће одговоре на све постављене циљеве и проблематику задату на почетку израде тезе. Стога је начин приказа и тумачења резултата истраживања од стране Комисије позитивно оцењен.

IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме?

Према оцени Комисије докторска дисертација „Проучавање корозије бабра у присуству одабраних деривата тиазола“ кандидата Јелене Накмчић је у потпуности написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе?

Докторска дисертација је написана у складу са принципима научно-истраживачког рада и садржи све битне елементе неопходне за овакву врсту рада: дефинисану тему истраживања, преглед постојећег стања у актуелној области, детаљан опис експеримената, јасан и систематизован приказ резултата и њихову дискусију, списак коришћене литературе, закључак и прилог.

<p>3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци? У овој докторској дисертацији су презентовани резултати који до сада нису били познати у научној литератури. На основу комплетног увида у докторску дисертацију, постављених циљева истраживања, прегледа научне литературе, добијених експерименталних резултата и њиховог тумачења, Комисија сматра да ова докторска дисертација даје оригиналан научни допринос у области заштите конструкционих материјала (метала) од корозије у киселој средини. Добијени резултати указују на значај кључних физичко-хемијских, кинетичких и термодинамичких параметара у одређивању инхибиторског дејства неког новосинтетизованог једињења при корозији бакра у кисело сулфатној средини. Познавањем наведених параметара омогућава се планирање синтезе једињења које би показивало добру инхибиторску ефикасност, као и задовољавајућа секундарна својства која би омогућавала да буде у хармонији са корозионом средином: термичка стабилност, отпорност према хидролизи, довољна растворљивост у примењеној области температуре и рН корозионе средине.</p>
<p>4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања Комисија није уочила недостатке у докторској дисертацији кандидата Јелене Накомчић који би имали утицај на изложене резултате истраживања и извођење закључака.</p>
<p>Х ПРЕДЛОГ На основу увида у истраживачки рад кандидата, и сагласно свим претходно изнетим чињеницама, Комисија предлаже да се докторска дисертација кандидата Јелене Накомчић под називом „Проучавање корозије бакра у присуству одабраних деривата тиазола“ прихвати, а кандидату одобри и закаже одбрана.</p>

У Новом Саду,
07. септембар. 2016. год

ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ:

др Слободан Гаџурић, ванредни професор
ПМФ у Новом Саду, председник

др Ђенђи Ваштаг, редовни професор
ПМФ у Новом Саду, ментор

др Милан Вранеш, доцент,
ПМФ у Новом Саду, члан

др Небојша Николић, научни саветник,
ИХТМ, Центар за Електрохемију, Београд, члан