

РЕЦЕНЗИЯ

по конкурс

за заемане на академичната длъжност „доцент” в
Института по обща и неорганична химия при БАН
за нуждите на лаборатория „Високотемпературни оксидни системи“

професионално направление – 4.2. Химически науки (неорганична химия)

обявен в ДВ бр. 98 от 17 ноември 2020 г.

с кандидат главен асистент д-р Любомир Ивов Александров

Рецензент: проф. д-р Александър Живков Караманов, Институт по Физикохимия, БАН

1. Общи положения и кратки биографични данни на кандидата

В обявения конкурс като единствен кандидат участва д-р Любомир Ивов Александров, който понастоящем работи като главен асистент в лаборатория „Високотемпературни оксидни системи” към ИОНХ – БАН. Представените от д-р Александров материали са в съответствие с Правилника за прилагане на Закона за развитието на академичния състав в Република България (ППЗРАСРБ в сила от 06.07.2018 г.), с Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в БАН (в сила от 29.10.2018 г.), както и със специфичните изисквания, добавени в Правилник за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в ИОНХ – БАН.

Колегата Любомир Александров е роден през 1979 г. в гр. Лом, през 2002 г. се дипломира като бакалавър в Химико-Технологичен и Металургичен Университет – София, а през 2004 г. и като магистър по специалност Силикатни материали.

След като работи като инженер в индустрията (ЕПИК Електроник – Ботевград) през 2006 г. той започва редовна аспирантура в ИОНХ – БАН. През 2009 г. защитава докторска степен по дисертация със заглавие „Синтез и структура на аморфни и поликристални молибдатни фази съдържащи оксиди на редкоземните елементи“ с ръководители доц. Рени Димитрова и проф. Димийр Клисурски от ИОНХ-БАН и консултант проф. Янко Димитриев от ХТМУ – София. След това започва работа като химик в ИОНХ, а през 2012 г. е назначен за главен асистент.

След защитата си специализира в Технически университет, Виена Австрия (2009), Технологичен университет, Нагаока, Япония (2009-2011 и 2014-2015) и Фридрих Шулер Университет, Йена, Германия (2013).

2. Описание на представените материали

• Научни статии

Според представената от колегата Александров информация той е съавтор в 62 публикации, като преобладаващата част от тях са в списания IF и/или SJR. Това се потвърждава от направената справка в системата Scopus (от 5.3.2021 г.) според която той е съавтор в общо 51 публикации. Най-голям брой научни трудове (10) са публикувани в престижното за бранша ни списание J. Non Crystalline Solids (с Q1 и IF=2.9); други 5 публикации са излезли в Optical Materials (IF=2.8).

Особено впечатляваща е публикационната активност на колегата Александров през последните години. От началото на 2018 г. той е съавтор в 19 публикации.

• Цитирания в международната научната литература

Според представените документи от д-р Александров неговите публикации са цитирани 292 пъти, докато при гореспоменатата справка бе установено, че броят им е нараснал на 305. От отчетените в Scopus данни цитати са отбелязани по 39 публикации и е определен $h_i = 10$. Според правилата на ИОНХ този показател надхвърля двукратно минималните изисквания за кандидатстване за доцент и дори отговаря на минималните такива за професор. От тези 10 публикации колегата Александров в първи автор в 4 и втори автор в 3 от тях.

Най-цитираните 3 работи на кандидата са :

- ✓ L. Aleksandrov, T. Komatsu, R. Iordanova, Y. Dimitriev, "Structure study of MoO₃-ZnO-B₂O₃ glasses by Raman spectroscopy and formation of α -ZnMoO₄ nanocrystals", Optical Materials, 33 (2011) 839–845 – 37 цитата
- ✓ L. Aleksandrov, T. Komatsu, R. Iordanova, Y. Dimitriev, "Study of molybdenum coordination state and crystallization behavior in MoO₃-La₂O₃-B₂O₃ glasses by Raman spectroscopy", Journal of Physics and Chemistry of Solids, 72 (2011), 263-268 - 26 цитата
- ✓ N. Rangelova, L. Aleksandrov, T. Angelova, N. Georgieva, R. Muller, Preparation and characterization of SiO₂/CMC/Ag hybrids with antibacterial properties, Carbohydrate Polymers, Carbohydrate Polymers 101 (2014) 1166– 1175 – 26 цитата

- **Участие в национални и международни научни форуми:**

В приложените за конкурса материали е представена информация за 53 участия в научни конференции и работни срещи. От тях 35 са на международни форуми. За съжаление не е представена информация за вида на участието (доклад или постер), както и за автора който е изнесъл доклада.

Положителен обаче е факта, д-р Александров е първи автор в 23 от тези участия, което според мен категорично показва неговото водеща роля в тях. Между тях бих искал да отбележа няколко форума от високо международно ниво, като представените на тях доклади са пряко свързани с неговата дисертация или със статиите по неговата хабилитационна справка:

- ✓ 8th Int. "Otto Schott Colloquium" (Jena, Germany),
- ✓ XVI International Symposium on Non-Oxide and New Optical Glasses, (Montpellier, France),
- ✓ The 23rd International Congress on Glass, (Prague, Czech Republic)
- ✓ The 8th International Conference on Borate Glasses, Crystals and Melts, (Pardubice, Czech Republic),
- ✓ The Ceramic Society of Japan Annual Meeting, Okayama, Japan,
- ✓ ICG2015 Annual Meeting, Bangkok, Thailand,
- ✓ 25th International Congress on Glass, (ICG 2019), Boston USA и др.

- **Участие в научни проекти и рецензии на дипломни работи:**

Представен е списък от участия в 15 национални и международни научни проекта с различни акценти, което е едно наистина впечатляващо число. Този факт, заедно с големия брой съвместни публикации извън хабилитационната му справка, ясно показва, че гл. асистент Александров е желан партньор за научно сътрудничество от много колеги и то в различни научни области.

В представената справка е отбелязано също така, че в периода 2015-2020 г. колегата Александров е бил рецензент на 15 бакалавърски и магистърски дипломни работи в ХТМУ – София. Това също е следствие на високата оценка от колеги от нашата научна общност и освен това потвърждава дългогодишното ползотворно сътрудничество на лаборатория „Високотемпературни оксидни системи” към ИОНХ – БАН с колегите от ХТМУ.

- **Изпълнение на минималните изисквания на БАН и допълнителните изисквания на ИОНХ**

От предоставения доказателствен материал се вижда, че гл. асистент Александров е представил данни които отговарят на 1483 точки, което на практика три пъти надвишава минималните изисквания от 500 точки.

По показатели В (еквивалент на хабилитационен труд) представените 10 публикации след неговата защита отговарят на 205 точки при изискуеми 100. При показатели Г, който според мен при д-р Александров показва неговата способност да работи в екип, както и добрите професионалните отношения между колегите в лаборатория „Високотемпературни оксидни системи“ в ИОНХ, са използвани 20 публикации като броят на съответните точки (381) също е почти два пъти по висок от изискваните 200. Много висока е и оценката по показател Д, който е свързан с цитиранията, както и по показател Е.

3. Основни научни и научно-приложни приноси.

3.1 Основни научни и научно-приложни приноси по показател В.

Хабилитационната справка на д-р Александров логично е свързана с изследванията му в нетрадиционни стъклообразуващи системи, съдържащи молибдатни и волфраматни оксиди. Това е едно естествено продължение и развитие на неговата докторска работа, като тази тематика е тясно свързана и с научните приоритети на лаборатория „Високотемпературни оксидни системи“ към ИОНХ – БАН.

Тези състави по принцип се характеризират с повишена ликвационна и/или кристализационна способност, което е следствие от факта, че MoO_3 и WO_3 самостоятелно не могат да образуват аморфна мрежа. Но при съвместно присъствие на тези оксиди заедно с типичен стъкло-образувател като B_2O_3 и при добавяне на подходящи оксиди на редкоземни елементи като Eu, Er, Sm, Tb, Dy, Y, които донякъде действат като типични модификатори, е възможно да се получат и достатъчно термично стабилни стъкла. Разбира се областите на стъклообразуване са относително ограничени и за тяхното уточняване понякога са необходими голям брой изследвания с вариране на изходните шихтни състави. Необходими и полезни са и определени познания по съществуващите база данни за съответните фазови диаграми и за възможните кристални фази, които биха се образували при охлаждане или вторична термообработка.

При изучаването на структурата на тези състави могат да се използват модели, свързани с образуването на двумерна или тримерна аморфна мрежа. Трябва обаче да се

отбележим, че за разлика от структурите на традиционните силикатни, боратни и фосфатни стъкла, в случая някои от широко използваните постулата, произтичащи от базовата класическата теория на Zachariasen, не са валидни. В изследваните състави е възможно застъпяването да се обясни и с образуването на мрежа, включващи различни полиедри на молибдена или волфрама (например MO_6 и MO_4) съчетана с структурни елементи като $(\text{BO}_3)^{3-}$, $(\text{BO}_4)^{5-}$, $(\text{B}_2\text{O}_5)^{4-}$ или дори $(\text{B}_3\text{O}_9)^{9-}$ и хексаедри или октаедри на преходните метали. Допуска се и образуване на връзки с общи ръбове на полиедрите.

За интерпретацията на подобни комплексни структури е необходимо съвместното използване и доброто владение на различни спектроскопски методи, като Инфрочервена (IR), Раманова, УВ-видима (UV-Vis), Рентгенова фотоелектронна (XPS) и др., което не винаги е една лесна задача с еднозначен отговор. В допълнение влияние върху структурата вероятно оказва и термичното „минало“ на всяка от изследваните проби.

Освен определянето на структурата на получените стъкла в работите на колегата Александров се дават данни и за оптични свойства на някои от изследваните състави, както и информация за кристализационното им поведение. В последния случай термичното поведение коректно се изследва с DTA и промените във фазовия състав с XRD. В някои случаи структурата на получените поли-кристални образци е изследвана със SEM и TEM.

От гореизложените данни е видно е, че научно-изследователската дейност на кандидата е свързана с голяма по обем експериментална работа, получена при съвместното използване на различни техники. Независимо от това основните научни и научно-приложни приноси на колегата Александров имат преди всичко фундаментален характер и са свързани с обогатяване на съществуващи знания и теории. Но е редно да се отбележи стремежа тези резултати да се обвържат с някои евентуални бъдещи приложения като синтез на твърди електролити, полупроводници, нелинейните оптични устройства, стъкла с подобрени луминесцентните свойства, материали за съхраняване на радиоактивни отпадъци и др.

Основни научни приноси по хабилитационната справка коректно са систематизирани според вида на изследваните системи:

• **Стъкла в системите $\text{MoO}_3\text{-Ln}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3$, Ln=La и/или Nd (публикации 1, 2, 4, 5)**

В тези работи се продължават и задълбочават структурните изследвания, започнати в дисертацията на д-р Александров. Доказано е, че в широк концентрационен интервал на съдържание на MoO_3 (10-60 мол %) молибденовите йони основно са под формата на изолирани $(\text{MoO}_4)^{2-}$ тетраедри при което не се установява формиране на връзки от типа Мо-

О-В. Това означава, че MoO_3 образува „собствена“ мрежа, което обяснява и ликвационната тенденция в системата $\text{MoO}_3\text{-B}_2\text{O}_3$. Поради това, формирането на хомогенна аморфна мрежа в изследваните стъкла се обяснява с образуването на връзки от типа Mo-O-Ln и V-O-Ln . При увеличаването на количество MoO_3 се наблюдава трансформация на $(\text{MoO}_4)^{2-}$ тетраедри до MoO_6 октаедри и формирането на мостови връзки Mo-O-Mo характеризирани се с общи върхове.

Направени са и DTA анализи за определяне на термичната стабилност и кристализационна способност на изследваните стъкла при което е показано, че увеличаване на количеството MoO_3 в състава на стъклата води до намаляване на температурите на застъкляване (T_g) и кристализация (T_p), както и увеличава кристализационната способност.

• Стъкла в системата $\text{WO}_3\text{-La}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3$ (публикации 6, 8)

При тези изследвания са определени са области на стъклообразуване и течно-течно разслояване в системата $\text{WO}_3\text{-La}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3$. След това детайлно са изследвани състави $x\text{WO}_3:25\text{La}_2\text{O}_3:(75-x)\text{B}_2\text{O}_3$, където $x=15, 25$ и 50 (mol%) бяха. При анализиране на резултатите от структурните изследвания е установено, че аморфната мрежа на стъклата е изградена от изолирани $(\text{WO}_4)^{2-}$ с различна симетрия, които са свързани WO_6 и BO_3 групи посредством LaO_n полиедри. Определени са температурите на застъкляване и кристализация, както и плътност и показател на пречупване на светлината. При използване на контролирана кристализация са направени и опити за получаване на стъклокристални образци с различна степен на кристалност съдържащи фазата LaWBO_6 .

Освен това, е изследвано и влиянието на добавяне на Eu^{3+} към „базовия“ състав $50\text{WO}_3:25\text{La}_2\text{O}_3:25\text{B}_2\text{O}_3$. Получените стъклокристални образци се характеризират с интензивна червена луминесценция.

• Стъкла в системата $\text{WO}_3\text{-MoO}_3\text{-La}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3$ (публикация 9)

Натрупани опит при изследване на системите $\text{MoO}_3\text{-La}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3$ и $\text{WO}_3\text{-La}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3$ е използван и за изследване на „смесената“ система $\text{WO}_3\text{-MoO}_3\text{-La}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3$. Установено е, че с увеличаване на количеството на WO_3 за сметка на MoO_3 в състава на стъклата T_g , T_p и ΔT нарастват (тоест се наблюдава очакваната тенденция за намаляване на кристализационната способност). При термообработка е установено и образуването на твърди разтвори $\text{LaMo}_{x-1}\text{W}_x\text{BO}_6$. При структурните изследвания е доказано, че аморфната мрежа на стъклата е изградена главно от изолирани $(\text{MoO}_4)^{2-}$ и $(\text{WO}_4)^{2-}$ и боратна мрежа.

• Стъкла в системата $\text{WO}_3\text{-Nb}_2\text{O}_5\text{-La}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3$ (публикация 10)

Изследвано е и влиянието на добавянето на Nb_2O_5 към стъкло със състав $50\text{WO}_3:25\text{La}_2\text{O}_3:25\text{B}_2\text{O}_3$. Установено е, че въвеждането на Nb_2O_5 до 10 мол % в състава подобрява стъклообразуващата способност без да се влошават характеристичните свойства на получените стъкла. Проведени са типичните за лаборатория „Високотемпературни оксидни системи” комплексни спектроскопски изследвания, които като цяло потвърждават предходните резултати за структурите на волфраматно – боратни състави. Показано е, че добавката на Nb_2O_5 (до 10 mol%) води до трансформация $\text{WO}_6 \rightarrow \text{WO}_4$, което вероятно би обяснило и подобрената способност към стъкло образуване.

При увеличаване концентрацията на Nb_2O_5 (до 20 mol %), формираните смесени връзки постепенно се заменят с Nb-O-Nb връзки, което води и до намаляване на термична стабилност на стъклата и увеличаване на плътността им.

• Стъкла в системата $\text{MoO}_3\text{-ZnO-B}_2\text{O}_3$ (публикации 2, 3)

В тази трикомпонентна система са получени транспарентни обемни стъклени образци със състав $x\text{MoO}_3:50\text{ZnO}:(50-x)\text{B}_2\text{O}_3$ ($x=10, 20, 30$ мол%). Проведени са изследванията за изучаване на структурата, термичната стабилност и кристализационната способност. Показано е, че в подобни състави се образуват ZnO_n ($n=6, 5$) полиедри, които основно са свързани с молибдатните и боратни структури. При термообработка между T_g и T_p е установено образуването на $\alpha\text{-ZnMoO}_4$, кристална фаза известна с отличните си емисионни свойства. След контролирана термообработка е получен образец, при който размера на кристалитите е ~ 5 nm.

Чрез дотиране с Eu^{3+} са получени и стъклокристални образци, характеризират с интензивна червена луминесценция, която не се наблюдава в изходното стъкло.

• Изследване на ликвационните процеси в системата $\text{MoO}_3\text{-SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3\text{-Na}_2\text{O-ZnO-Nd}_2\text{O}_3$ (публикация 7)

Тези изследвания са свързани с многокомпонентни молибденатни състави, съдържащи както SiO_2 , така и железни оксиди и Na_2O . Акцентът е върху кристализационната и ликвационна способност на серия от различни състави с чувствителни промени на концентрациите на участващите оксиди. Според мен тази работа би могла да се разглежда и като принос по компонента Γ но е редно да се съобразим с желанието на кандидата.

Смятам, че основен принос на тази публикация е опита тези изследвания да се свържат с имобилизирането чрез застъкляване (витрификация) на отпадъци с високо

съдържание на молибден от ядрените електроцентрали. Поради вече описаната структурна несъвместимост на MoO_3 и V_2O_5 в тези състави се наблюдава спонтанна тенденция за течно-фазово разслояване и в някои случаи до неконтролирано фазообразуване и формиране на различни микрохетерогенни структури със сложна морфология.

Присъствие на Na_2O това води и до образуване на водоразтворимата фаза Na_2MoO_4 , което е проблем при витрификацията на гореспоменатите отпадъци от ядрените централи. Но в работата се демонстрира, че при добавянето на Nd_2O_3 в състава, при охлаждане на стопилката се предизвиква кристализация на фазата $\text{Na}_{0.5}\text{Nd}_{0.5}\text{MoO}_4$, която е химически много по-устойчива от Na_2MoO_4 .

3.2 Основни научни и научно-приложни приноси по показател Г.

Представени са 20 публикации, които са разделени на три групи. :

- **Стъкла в системите $\text{V}_2\text{O}_5\text{-Bi}_2\text{O}_3\text{-MeO}_3$ (Me=Mo или W) (публикации 1-3, 5, 6, 9, 12)**

Тези изследвания също са типични за лаборатория „Високотемпературни оксидни системи“ към ИОНХ – БАН. Използваните методи и начина на интерпретирането им съпоставими с тези от работите свързани с показател В. Като цяло публикации са резултат от сътрудничество с колеги от Guru Nanak Dev University, Punjab, India. Може би най-интересните резултати са свързани с луминесцентната способност на стъкла от системата $\text{V}_2\text{O}_5\text{-Bi}_2\text{O}_3\text{-MoO}_3$ и със синтеза на състав от системата $\text{V}_2\text{O}_5\text{-Bi}_2\text{O}_3\text{-WO}_3$ с екстремно висока плътност от 6.526 g/cm^3 и с висока пропускливост във видимата част на електромагнитния спектър.

- **Аморфни хибридни материали (публикации 4, 10, 11, 13)**

Тези трудове са резултат на успешно сътрудничество с колеги от ХТМУ-София, което е свързано със синтез, структурното охарактеризиране и евентуалното приложение е на аморфни органо-неорганични хибриди в системите $\text{SiO}_2/\text{биополимер}$ и $\text{SiO}_2/\text{полизахариди/Me}$ (Me=Ag, Cu или Zn). Могат да се отбележат изследвания по вероятен структурен модел на омрежване между органичната и неорганична компонента в системата силициев диоксид/пектин, както и тестване на получени образци като антибактериални агенти спрямо моделни шамове (*Bacillus subtilis* 3562 или (*Escherichia coli* K12).

• Лазерно-индуцирано формиране на тримерни структури от наночастици в боро-силикатни стъкла (публикации 7, 8, 14-20)

Тази научни тематика е резултат от едно ново сътрудничество с колегите от Институт по електроника към БАН, което очевидно се развива доста успешно. Изследванията са свързани със синтез на боро-силикатни стъкла, дотирани с златни или сребърни йони в различна концентрация, които след подходящо третиране (температурно и/или с лазерна обработка) се отделят като наночастици. В зависимост от концентрацията на благородния метал, от параметри на лазерното лъчение (дължина на вълната, мощност, продължителност и честота на импулса и др.) както и от вторичната термообработка могат да се получат различни оцветявания. По този начин могат да се получат тримерни структури с цел инициране на специфични оптични свойства (например плазмони и фотонни елементи, сензори). В случая ролята на д-р Александров основно е свързана със синтеза на изходните стъклата, определяне на термичните им параметри и режимите на тяхното термично третиране.

4. Критични бележки и препоръки към научните трудове на кандидата.

Трудно е, имайки предвид представената наукометрия за кандидатстване за позиция доцент, да се направят сериозни критични бележки. Вместо това бих предпочел да препоръчам на д-р Александров настойчиво и упорито да следва в бъдещата си работа посочените от самия него бъдещи научни приоритети:

„- Провеждането на по-задълбочени изследвания върху протичането на течно-фазово разслояване в системи с участието на различни преходни оксиди и V_2O_5 . Търсене на различни подходи за преодоляване на ликвационните процеси и извличане на ползите от протичането на този процес.

- Разработването на нови моделни стъкла с оптично приложение. По-задълбочени изследвания върху луминесцентните свойства на стъкла и стъклокерамики с различно приложение, търсене на връзката състав – структура – свойства.

- Задълбочени изследвания върху термичните свойства на стъклата и изследване типа и кинетиката на кристализация на нетрадиционни стъкла с помощта на Диференциално термичен анализ и Диференциално сканираща колориметрия.“

5. Лични впечатления на рецензента за кандидата.

Личните ми впечатления за д-р Александров са от наши контакти, основно по време на някои научни конференции. Но освен това съм повлиян и от мнението на други колеги с които той

е работил. Мисля, че е редно да спомена и за положителните отзиви за него от Проф. Komatsu и млади японски колеги от неговата лаборатория.

Мисля, че Любомир е емоционален, но възпитан колега който добре оценява настоящото състояние на Българската наука и нейните проблеми. Смятам, че той е има чувство за отговорност и правилна самооценка поради което нашата научна общност би трябвало да разчита на него в дългосрочен план.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предоставената от главен асистент д-р Любомир Ивов Александров документация е в съответствие с Правилника за прилагане на Закона за развитието на академичния състав в Република България, с Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в БАН и със специфичните изисквания, добавени в Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в ИОНХ – БАН.

Кандидата в конкурса е представил достатъчен брой научни трудове, публикувани след материалите, използвани за неговата дисертация. Доказателственият материал отговаря на 1483 точки, което три пъти надвишава минималните изисквания на БАН и допълнителните изисквания на ИОНХ.

Всичко това ми дава основание с голямо удоволствие да дам своята положителна оценка и без никакво съмнение да препоръчам на Научното жури да предложи на НС на ИОНХ главен асистент д-р Любомир Ивов Александров да заеме академичната длъжност „доцент” в Института по обща и неорганична химия при БАН за нуждите на лаборатория „Високотемпературни оксидни системи“.

София, 10. 03.2021 г.

С уважение:

/проф. д-р Александър Караманов/