

## С Т А Н О В И Щ Е

върху дисертационния труд на **Евелина Йорданова Василева**  
за присъждане на образователната и научна степен „Доктор”  
по професионално направление 4.2. Химически науки,  
докторска програма „Химия на твърдото тяло“  
на тема **„Порьозни метали получени чрез селективно разтваряне на сплави –  
подходящи електродни материали в йонни батерии ”**

**ЧЛЕН НА НАУЧНОТО ЖУРИ** (съгл. Заповед на Ректора на Софийския университет  
„Св. Климент Охридски“ № РД-38-334/04.07.2023):

**проф. д-р Екатерина Жечева** от Института по обща и неорганична химия – БАН

Представеният дисертационен труд на Евелина Василева е написан на 116 страници, съдържа 54 фигури и 4 таблици и са цитирани 230 литературни източника. По обем, структура и оформяне дисертацията напълно отговаря на изискванията за придобиване на образователната и научна степен „доктор“

Изследванията върху синтеза и функционалните свойства на порьозни метали е бързо развиващо се научно направление, което разкрива широки области за приложение. Интензивното търсене на нови електродни материали с подобрени експлоатационни характеристики насочи вниманието на изследователите към използването на порьозните структури като електроди в презаредими йонни батерии. За разработването на високотехнологични литиеви и натриеви йонни батерии порьозните метални аноди предлагат редица предимства по отношение на контакта електрод/електролит, процесите на пренос на заряд между електрода и електролита, дифузионния път на йоните, оползотворяването на активния материал, необходимостта от свързващи добавки. През последните години селективното разтваряне на многокомпонентни метални сплави се налага като ефективен метод за получаване на нанопорьозни метали, където размерът и формата на порите могат да бъдат моделирани посредством химичния и фазов състав на изходната сплав и нейната микроструктура. В това научно направление са и проведените изследвания в дисертационния труд на Евелина Василева.

Дисертацията е озаглавена „Порьозни метали получени чрез селективно разтваряне на сплави – подходящи електродни материали в йонни батерии ” и в нея са показани експериментални резултати върху синтеза на двукомпонентни Zn-Sn и трикомпонентни Zn-Sn-Bi и Cu-Ag-Al сплави чрез кристализация от стопилка, получаването на порьозни структури на тяхната основа по метода на селективното електрохимично разтваряне на по-малко благородния метал от сплавите и възможността за приложението им като аноди в литиеви/натриеви йонни батерии. Съставът на изходните сплави е удачно подбран с оглед получаването на електрохимично активни порьозни структури.

В дисертацията е направен общ преглед на порьозните материали, техните характеристики, свойства и методи за получаването им. Обобщени са литературните данни за получаването на порьозни метални структури чрез селективно разтваряне на различни метални прекурсори. Анализирани са предимствата при използването на порьозните метали като аноди в литиево-йонните батерии. Впечатлението е, че докторантката притежава добра литературна осведоменост по тематиката. В хода на работата по дисертацията докторантката се е запознала с разнообразни физикохимични и електрохимични експериментални методи, които са удачно съчетани при проведените изследвания и са дали възможност изучаваните сплави и порьозни метали да бъдат обстойно охарактеризирани по отношение на тяхната структура, състав, морфология и електрохимични свойства.

Основните научни приноси от изследванията по дисертацията са както следва:

- Синтезирани са евтектични Zn-Sn-(Bi) и Cu-Ag-Al сплави с хомогенно разпределение на фазите и финокристална микроструктура. Оптимизирани са условията на тяхното електрохимично селективно разтваряне и са получени структури с хомогенно разпределени нанометрични пори и с нанометричен размер на лигаментите.

- Порьозните Zn-Sn-(Bi) сплави са механично стабилни и могат да се използват директно като аноди в литиево- и натриево-йонни електрохимични клетки без добавката на свързващи и опроводяващи вещества. Електрохимичното взаимодействие на порьозните Sn структури с лития и натрия протича по пътя на сплавяването.

- Металните порьозни структури Cu-Ag са подходящи като стабилни проводящи подложки за електроди на основата на сяра. Повърхностното отлагане на сяра върху структурите Cu-Ag води до получаването на покритие от  $Ag_2S-Cu_xS$ , което е електрохимично активно спрямо лития. Най-вероятно, механизмът на електрохимично взаимодействие с лития включва реакции на заместване в металните сулфидни фази с литиеви йони, както и реакции на сплавяване със среброто и окислително/редукционни реакции с участието на сяра. Материалът показва добра стабилност на капацитета при продължителното му циклиране като анод в литиеви електрохимични клетки при относително високи скорости на циклиране.

Общото впечатление от дисертацията е, че е извършена системна и прецизна изследователска работа, като целите и задачите на дисертационния труд са постигнати. Дисертацията е написана ясно, оформена е добре, а получените данни са коректно интерпретирани. Получените първоначални резултатите за електрохимичното поведение на порьозните структури на основата на Zn-Sn сплави като аноди в алкални йонни батерии са насърчителни и те със сигурност могат да бъдат подобрени след по-нататъшна оптимизация на химичния и фазов състав на сплавите, както и микроструктурата и размера на порите. Предложеният подход за използването на порьозните Cu-Ag структури като подложки на електроди заслужава внимание при разработването на нови електроди за тънкослойни литиево-йонни батерии. Ето защо считам, че изследванията по дисертацията са интересни както за специалистите

работещи в областта на порьозните метали, така и за електрохимиците занимаващи се с презаредими йонни батерии.

Авторефератът е в съгласие с изискванията и отразява правилно съдържанието на дисертацията и приносите на включените в нея изследвания.

Резултати от дисертационния труд се съдържат в 3 излезли от печат публикации, от които две в списания от Q1 (Journal of Alloys and Compounds и Dalton Transactions) и една в списание от Q2 (Journal of Porous Metals), което е в потвърждение на високото ниво на изследванията. Докторантката е представила резултатите от изследванията си и на 2 национални научни форума.

**Заключение:** Дисертацията на Евелина Василева изпълнява изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България и Правилника за прилагане на ЗРАСРБ в Софийския университет „Св. Климент Охридски“. Докторантката е придобила необходимото ниво на научна компетентност в областта на химия на твърдото тяло и е получила интересни и достоверни научни резултати. Въз основа на това давам положителна оценка и убедено препоръчвам на Почитаемото научно жури да гласува за присъждане на образователната и научна степен “доктор” по професионално направление 4.2 „Химически науки” (Химия на твърдото тяло) на Евелина Йорданова Василева.

Подпис:

(проф. д-р Екатерина Жечева)

12.09.2023 г.