**Справка за основните научни приноси**

**на Евелина Павлова Славчева**

Пълен сисък на публикуваните до момента научни трудове е представен в хронологичен ред на тяхното публикуване в *Приложение 1*. От тях за участие в конкурса са подбрани 55 публикации (***Приложение 2***), които са групирани тематично, отразяват най-съществените научни постижения на кандидата, публикувани са в реномирани международни списания с импакт фактор (*Material Letters*,*International Journal of Hydrogen Energy, Electrochumica Acta, Materials and Corrosion, Applied Surface Science, Journal of the Electrochemical Society, Journal of Power Sources*, *British Corrosion Journal, Bulgarian Chemical Communications* и др.) и са намерили най-широк отзвук в научната литераура. Публикациите са в областта на електрохимията и обхващат три основни тематични направления: *1.)* водородна енергетика, *2).* материали с приложение в медицината и микроелектрониката, *3)* корозия и корозионни инхибитори.

1. **Водородна енергетика**

Изчерпването на енергийните ресурси на земята и замърсяването на околната среда са основен проблем на човечеството с все по-засилваща се острота, за решаването на който големи надежди се възлагат на водородната енергетика и свързаното с това производство на водород. Водородните технологии са в процес на ускорено развитие и макар, че все още не са пазарни технологии, въвеждането им в икономиката и бита е залегнало като цел във всички стратегически документи на Европейския съюз. Принципът на „зеления” водороден цикъл се състои в генериране на електричество от енергия, получена от възобновяем енергиен източник, което чрез електролиза разгражда водата до водород и кислород. Отделеният водород се съхранява под различни форми и се използва в горивен елемент за да произведе електрическа енергия. Всичко, което се извлича от източника – водата, се връща обратно в непроменен вид в природата след окисление на продукта – водородното гориво и отделяне на съответното количество енергия. Научните изследвания в областта на водородните технологии са изключителнo интензивни, а в редица технологично развити страни вече са в ход множество демонстрационни пректи – водородни електрически превозни средства, зарядни станции, производство на зелен водород с електричество от соларни и ветрови паркове, безопасно съхранение и транспорт чрез използване на нови материали, добавяне в газопреносната мрежа. В България първите 2 демонстрационни проекта в тази област стартират едва през 2019 г. в рамките на ННП ,,Нисковъглеродна енергия за транспорта и бита'', като проектът ,,Зелена къща'', се ръководи от проф. Е. Славчева. Научно-изследователска дейност в областта на водородните електрохимични преобразуватели на енергия (генератори на водород и горивни елементи) провеждат ограничен брой изследователски групи, сред които водещ e Институтът по електрохимия и енергийни системи на БАН.

Работата на Евелина Славчева по тази актуална тематика датира от 2002 година, първоначално като член на екип, ръководен от акад. Евгени Будевски, а по-късно като ръководител на екипа и основател на секция “Водородни сиситеми с полимерен електролит” в ИЕЕС, с доминиращо участие на млади учени. Основен акцент в изследванията по темата е изучаването и развитието на водородните енергийни системи с полимерна електролитна мембрана, по-специално:

* разработване и изследване свойствата на нови електродни материали и компоненти - катализатори, каталитични субстрати, електроди и мембранни електродни пакети
* конструиране на оригинални тестови устройства и развитие на методики за изпитване на горивни елементи, електролизни клетки/водородни генератори и обратими водородни системи

Резултатите от изследванията на кандидата по тази тематика, са отразени в общо 73 публикации, от които 34 са избрани за участие в конкурса (***Приложение 2: 1-34***). Към това тематично направление се отнасят и регистрираните през последните 3 години 4 полезни модела (***Приложение 3: 1-4***). Научните трудове са разделени в две подгрупи.

* 1. ***Нови електродни материали и компоненти за водородни енергийни системи с полимерна електролитна мембрана (1-30)***

Електролизата на вода в клетки с полимерна протон-проводяща електролитна мембрана (ПЕМЕК), е сравнително нова технология за генериране на водород, предлагаща редица предимства пред класическата алкална електролиза: висока ефективност (над 83%), плътност на тока (1-2 А.cm-2), чистота на получения H2 (над 99.9%), както и съвместимост с възобновяеми енергийни източници. Масовото навлизане ПЕМЕК в практиката се възпрепятства от все още високата цена на произведения водород и недостатъчният експлоатационен срок на системите. Изследванията на Евелина Славчева по тази тематика стартират с проект по 5РП на ЕК на тема „Производство на водород чрез електрохимично разделяне на вода в електрохимични клетки с полимерен електролит”, дог. No. ICA2-CT-2002-10001, посдледван от четири национални проекта и пет договора за двустранно сътрудничество с партньори от Германия (3), Македония, (2) и Гърция (1), финансирани от ФНИ и МОН. Разработена е серия моно- и биметални каталитзатори, чрез комбиниране на метали от преходните редове на периодичната система с цел повишаване ефективността на парциалните електродни реакции, реализиране на синергизъм, редуциране на каталитичното натоварване и съответно понижаване на цената на произведения водород. Изследвани са различни състави, нанесени върху традиционни и нови каталитични носители - активен въглен, въглеродни нанотръби, Магнели фази титанов оксид (*Magneli phase titania)*, смесени оксиди. Приложени са оригинални методи за синтез и нанасяне на катализаторите. Разработени са иновативни методики за изготвяне на електроди и асемблиране на мембранни електродни пакети.

Публикации ***(1-4)*** представят сравнителни характеристикина синтезирани прахообразни моно- и биметални катализатори, диспергирани върху нестехеометрична смес от титанови оксиди (*Magneli phase titania),* с обща формулаTinO2n-1. Приложени са методите на мокра химична борхидридна редукция и зол-гел синтез с органични прекурсори. Показано е, че при сплавяне на Pt с неблагородни преходни метали (Ni, Co, Fe, Cr, Mn) и нанасянето им върху оксиден субстрат, може да се постигне съществено намаляване на свръхнапрежението на парциалните електродни реакции. Отделянето на водород и кислород започва при по-ниски свръхнапрежения и протича с по-висока скорост в сравнение както с чиста Pt, така и с аналогични двукомпонентни катализатори, нанесени върху субстрат активен въглен. Доказано е, че повишената каталитична активност е резултат от образуване на повърхностни оксиди и междуелектронни взаимодействия между *hyper-d-electron* металния компонент и *hypo-d-electron* оксидния субстрат в композитния катализатор, които водят до реализиране на повърхностни химични връзки, влияят върху адсорбцията на междинните продукти и облекчават отделянето на H2 и О2. При използване на носител *Magneli phase titania*, тези ефекти се допълват от значително намаляване на склонността на каталитчните частици към агломерация, съществено повишаване на химичната и корозионна стабилност и ясно изразена устойчивост на катализатора (респ. на целия мембранен електроден пакет) към окисление и деградация при високи анодни потенциали. Експерименталните изследвания са подкрепени с квантово-химични изчисления ***(5)***. Въвеждането на невъглероден носител е оригинален принос, който е развит по-нататък с изготвяне на невъглетроден газодифузионнен слой (ГДС), електроди и електродни мембранни пакети, несъдържащи въглеродни материали ***(6,7)***. Използването на този нов ГДС води до значително повишаване на устойчивостта на електрода към окисление в сравнение с търговски въглерод-базиран ГДС и съответно намалява деградацията на мембранния електроден пакет, което има позитивен ефект върху експлоатационния срок на цялата система.

Публикации (***8-10)*** се отнасят до синтеза и изпитването на многокомпонентни катализатори, диспергирани чрез зол-гел метод върху многостенни въглеродни нанотръби, за които е известно, че имат значително по-висока устойчивост към окисление и деградация, в сравнение с широко използваните каталитични носители активен въглен и въглеродни сажди. Синтезираните материали са изпитани при реални работни условия в ПЕМ електролизна клетка. Установено е, че чрез подходящ режим на предварителна обработка и активиране на каталитичния носител (намаляване на дължината и отваряне на нанотръбичките), е възможно да се увеличи значително активната повърхност на катализатора, а от там и неговата ефективност. Доказани са също и електронни взаимодействия между компомнентите от *hipo-hyper-d-electron* тип, благоприятстващи каталитичната активност.

Разработките на каталитични материали с невъглероден носител/субстрат са продължени със синтез и изследване свойствата на иридий, отложен върху *Magneli phase titania* **(*11,12*)***.* Катализаторът осигурява скорост на реакцията на отделяне на кислород от над 1 А.cm2 при потенциали от едва 1,8 V. Разработена е методика за ускорени тестове за деградация. Доказано е, че в продължение на проведените 900 “on-off” цикъла, не се наблдюдава отклонение в характеристиките на електрода.

В следващи публикации по тази тематика **(*13,14*)** за първи път като каталитичен носител е използван естествен и евтин минерален продукт от групата на слоестите глини - монтморилонит*.* Проведени са сравнителни изследвания на иридиев катализатор, нанесен върху мотморилонит и върху *Magneli phase titania*. Доказано е убедително, че мотморилонитът е многообещаващ каталитичен носител. Слоестата му структура благоприятства интеркалацията на иридиевите частици в междуслойното пространство, което рефлектира положително върху каталитичната ефективност и позволява намаляване на каталитичното натоварване при запазване на ефективността на реакцията*.*

Нова насока по тематиката ПЕМ водородни енергийни системи са и изследванията в клетки работещи с PBI-базирани всокотемпературни полимерни мембрани (***15,16***). Предимството на този тип системи, е че позволяват използване на водород с по-ниска чистота, (напр., получен чрез реформинг на въглеводороди). Принос към изследванията в тази област е разработената оригинална методика и клетка за скрининг на електролитни мембрани, чрез измерване на протонната им проводимост при различни условия (температура, влажност, газова среда), прилагайки метода на електрохимичната импедансна спектроскопия.

Електролизата на вода в клетки с полимерна анион-проводяща мембрана (АЕМЕК), е друг авангарден подход за получаване на зелен водород, който комбинира предимствата на класическата алкална електролиза, т.е. използване на евтини катализатори, с тези на ПЕМ водородните генратори, които са по-ефективни, екологични и съвместими с възобновяемите енергийни източници. Работата по разработване на АЕМЕК е отразена в публикации ***(17-20)***. Синтезирани са композитни катализатори с активен метал Ni, Co, Pt, нанесени върху *Magneli phase titania* за работа в АЕМЕК. Установено е влиянието на съотношението метал-носител върху активността на катализатора в условия на класическа алкална електролиза (25% КОН) и е доказан ясно изразен синергизъм. Разработена е методика за дотиране на анион проводящи мембрани (търговски продукти и лабораторно приготвени). За първи път е постигната анионна проводимост от 1200 mS.cm-1 на дотирана в лабораторни условия p-PBI мембрана, за което съществено допринася добавката от монтморилонит в структурата на полимера. Същевременно, този минерал от групата на слоестите глини играе ролята и своеобразен „пълнител“ като повишава механичната устойчивост на мембраната.

Освен установените зависимости състав-електронна структура-каталитична активност на разработените нови композитни катализатори, които позволяват моделиране и селектиране на състави за специфични приложения, проведените изследвания намират и практическо приложение при получаването на водород по авангардни технологии (ПЕМ и АЕМ електролиза на вода). Работата по скалиране на разработените мембранни електродни пакети и единични клетки, както и мултиплицирането им в „стак“ през последните 3 години, доведе до създаване на оригинални конструкции и лабораторни прототипи на водородни генератори от различен тип, защитени с 4 авторски свидетелства за полезен модел (***Приложение 3: 1-4****)*.

Важен акцент в научно-изследователската дейност на Е. Славчева е адаптирането на метода на магнетронно разпрашаване, намиращ широко приложение в електрониката, за директно нанасяне на каталитични слоеве върху порести подложки и формиране на газодифузионни електроди за водородни енергийни системи. В публикации (***21-24)*** е изследвана каталитичната активност на тънки филми от Pt, IrO2 и многослойни IrO2/Pt/IrO2 композитни катализатори. Оптимизирани са експерименталните условия и е установен режим, позволяващ получаването на филми с високоразвита повърхност, които имат силен каталитичен ефект по отношение на реакцията на отделяне на кислород при изключително ниско метално натоварване (0.1-0.2 mg.cm-2). Предимствата на магнетронно разпрашения IrO2, като аноден катализатор при генерация на водород чрез ПЕМ електролиза на вода, са категорично доказани. Постигнатите работни характеристики от 1.1 A.cm−2 и Ecell = 1.8 V при консумация на енергия от 4.24 kWhNm−3 H2, позволяват да се достигне енергийна ефективност на електролизния процес от 83 %. Получените резултати са съизмерими с най-добрите световни постижения при многократно по-ниско каталитично натоварване, което позволява сериозно снижаване на цената на генерирания водород. Тези публикации предизвикват силен отзвук в специализираната литература, като само публикация *(****22)*** е цитирана над 160 пъти.

Изследванията в публикации *(****25-31)*** се отнасят до катализатори за горивни елементи и обратими водородни системи.Процесите на разпрашаване на чиста Pt и ко-разпрашаване на биметални PtIr сплави са системно изучени. Проследено е влиянието на основни параметри като налягане на инертния газ в реактора (pAr), мощност на приложеното електрично поле (PPt), разстояние субстрат – мишена и др. върху състава, морфологията, повърхностната структура и каталитичната активност на отложените филми по отношение на реакциите на окисление на водород (за Pt) и редукция на кислород (за Pt и PtIr). Чрез широк набор от физични и електрохимични техники е установен оптимален режим (PPt = 100 W, pAr = 9 Pa), позволяващ възпроизводимо отлагане на механично стабилни Pt филми със силно развита активна повърхност и контролируема морфология, осигуряващи висока активност и използваемост на катализатора при ниски каталитични натоварвания (0.1 mg.cm-2). Разпрашаването на двуслоен катализатор Pt/Ti върху комерсиален газодифузионен електрод с горен микропорест слой дава вазможност за допълнително снижаване на количеството Pt. При ко-разпрашване на PtIr, комбинацията от параметри PPt = 100 W / pAr = 9 Pa, осигурява оптимална структура на каталитичния филм, а мощност от PIr = 30 W, приложена на иридиевата мишена, води до съдържание на иридий в композита 10-15 wt.% и оказва най-благоприятен ефект върху активността на катализатора спрямо редукцията на кислород. Kаталитичната активност се повишава в резултат на електронни взаимодействия между двата метала и структурни ефекти, водещи до облекчена aдсорбция на кислород. Същевременно, в следствие на оптимизираната морфология, повишената порестост и по-голямата активна площ, дифузията на кислорода е облекчена, което осигурява по-добра използваемост на катализатора и съответно води до намаляване цената на произведената електроенергия.

Изследванията в публикация *(****32)*** са проведени в рамките на проект по 7РП на тема „Чип-интегрирана водородна микросистема за генерация, съхранение и потребление на енергия”, FP7-PEOPLE-IEF-2008, дог. No.236667. Докладвана е работата по отлагане, физично и електрохимично охарактеризиране и оптимизиране на тънки Pd филми за приложение като „водороден склад“ в обратима водородна енергийна система, интегрирана върху микрочип. Изучено е влиянието на параметрите на процеса на магнетронно разпрашаване върху електрическите свойства, склонността към адсорбция на водород и формиране на PdH. Установена е зависимостта на електропроводимостта на филмите, която е от ключово значение за ефективното функциониране на системата от налягането на аргоновата плазма в реактора и нивото на хидрогениране. В резултат на проведеното изследване е определен оптимален режим за отлагане на „водороден склад“ от тънкослоен паладий, а селектирани образци са изпитаани в лабораторен прототип на микросистемата.

В последните години се отлагат и изпитват многослойни каталитични филми за обратими енергийни системи, като се цели частична замяна на функционалния слой на електродите (Pt, Ir, Pd) с подслой от по-ефтин или по-достъпен материал. Целта отново е намаляване съдържанието на металите и създаване на ефективен бифункционален катализатор, с акцент върху кислородния електрод в унифициран ргенеративен горивен елемент. В публикация ***(33)*** е доказано, че частичната замяна на функционалния каталитичен слой със Au, води до чувствително повишаване на специфичната каталитичната активност, в сравнение с тази на чистите метали, което позволява съществено намаление на каталитичното натоварване при запазване на ефективността на съответните електродни реакции. Чрез комбиниране на различни електрохимични техники с фотоелектронна рентгенова спектроскопия е установено, че на граничната повърхност между двата метала (Au/Pt, Au/Ir) се формират смесени метални филми, в които са налице електронни взаимодействия, водещи до изменение на свързващата енергия, което благоприятства протичането на съответната електродна реакция. Тези изследвания са изключително перспективни, поради силния интерес към разработване на унифицирани регенеративни горивни елементи за мобилни и стационарни приложения, включително и за специални производства.

В излязла през 2020 г. серия критични анализи в рамките на Национал­на научна програма ЕПЛЮС „Нисковъглероднa енергия за транспорта и бита“, проф. Славчева е съставител на сборник от доклади, в които са разгледани различни аспекти от съвременното състояние на научните разработки, технологиите и системите за съхранение на възобновяема енергия. Направен е цялостен преглед на научната проблематика и наличните пазарни продукти, очертани са тенденции­те в развитието на иновациите и потенциалните направления, в които България би могла да заеме активна позиция, както в научните разра­ботки, така и в подходящи за спецификата на страната индустриални и пазарни ниши. Славчева е съавтор в частта, посветена на различните технологии за производство на водород чрез електролиза на вода като изцяло беземисионна технология за съхранение на възобновяема енер­гия ***(34)***. Публикацията представя теоретичните аспекти на проблема, прави преглед на най-новите авангардни научни разработки и обобщава технологичния напредък и съвременното състояние на индустриалното електрохимично производство на водород и представлява систематичен и аналитичен принос към темата.

***1.2. Тестово устройство и методика за изследване и оптимизация на мeмбранни електродни пакети за ПЕМ водородни енергоперобразуватели (25,35-39)***

Създаден е оригинален тестов метод и клетка *EasyTest Cell* за детайлно, прецизно и леснодостъпно електрохимично охарактеризиране на мембранни електродни пакети (МЕП) за водородни горивни елементи, елктролизьори/водородни генератори и обратими системи с твърд полимерен електролит. Принципът на действие е основан на използването на H2/H2 и O2/O2 МЕП, разположени в общо водородно (съотв. кислородно) газово пространство. Основните предимства на разработеното устройство пред конвенционалните тестови клетки, произитчащи от залегналия принцип на действие, са липсата на периферия за подаване и контрол на реагенитите и отвеждане на продуктите, възможностите за стриктен контрол и разширяване на диапазона от работни условия на МЕП (температура, общо налягане, парциално налягане на реагентите, влажност), с цел скрининг на електродни материали (катализатори, газодифузионни електроди, полимерни електролитни мембрани и пр.), изследване работните характеристики на МЕП и оптимизиране на тяхната архитектура и технология за асемблиране. Иновативното устройство е обект на интерес в научната литература, (над 30 цитата) и вече се прилага за експериментални цели в 3 партньорски лаборатории. Нартупаният опит от тези разработки е в основата на разработван понастоящем водороден електрихимичен компресор.

1. **Електрохимични изследвания на материали с приложение в медицината и микроелектрониката (*40-45*)**
   1. ***Електродни материали за електростимулаторни биоимплантанти (40-43)***

В периода 2002-2005 г. Е. Славчева е член на международен интердисциплинарен екип, разработващ имплантируема очна протеза за пациенти, страдащи от различни форми на деградация на очната ретина. Проектът е финансиран от германското министерство на образованието и науката. Един от основните елементи на създадения сложен медико-инженерен продукт е микропроцесорен чип съставен от 25 микроелектрода, който оперативно се имплантира в очната кухина и служи за предаване на електрични сигнали към фоторецепторните клетки. С цел намиране на най-подходящ електроден материал за този микропроцесорен чип Евелина Славчева, която е единствен електрохимик в екипа, изследва електрохимичното поведение на различни биосъвместими материали като TiN, Au, Pt, PtIr, Ir, IrO2. Сравнени са редица показатели, най-важните сред които са ширината на “безопасната” потенциална област, в която може да се извърши електростимулиране, без да се увредят неврони и телесни тъкани; капацитетът на пренос на електричен заряд; електрохимичният импеданс в честотната област, характерна за функционалното електростимулиране; корозионната устойчивост и механичната стабилност на материалите. Установени са преимуществените електрични, био- и електрохимични свойства на микроелектродите, изработени от иридиев оксид. Изследван е процесът на получаването му чрез вакуумно магнетронно разпрашаване в аргонно-кислородна плазма. Доказано е, че парциалното налягане и концентрацията на кислород в реактора имат решаващо влияние върху структурата, механичните и електрохимични качествата на отлагания материал. Установена е оптимална комбинация от параметри, която позволява получаването на тънки филми с високо развита фрактална повърхност, притежаващи висок капацитет на пренос на заряд от 95 mC/cm2 в широка потенциална област между -1.2 и +1.3 V (спрямо Ag/AgCl сравнителен електрод) и нисък електричен импеданс в честотната област, която се използва за биостимулиране (1-10 Hz), съчетани с много добра адхезия към използваната титанова подложка и висока корозионна устойчивост. Показано е, че така полученият материал се характеризира и с висок максимален “безопасен” фазов капацитет на пренос на заряд – характеристика, която се използва по-често в практиката при функционалното електростимулиране и също зависи от електрохимичните качества на използвания електроден материал. Разработеният електроден материал е успешно приложен за електростимулиране на невронни клетки в биохибридни системи. По-късно изследванията са продължени и със смесени PtIr филми, отложени чрез ко-разпрашване от 2 метални мишени. Чрез оптимизация на режима на разпрашване е получена е PtIr сплав, притежаваща по-висок капацитет на безопасен пренос на заряд в сравнение с чистата Pt. Публикациите по тази тематика, с подчертан интердисциплинарен характер, са цитирани над 140 пъти в научната литература.

***2.2. Електрохимично отлагане на NiW микроструктури за електромеханични системи (44,45)***

Разработен е кисел електролит за електрохимично отлагане на NiW микроструктури, служещи като временни контакти при монтаж на интегрални схеми и микропроцесори. Определени са оптималните условия на отлагане като режим и плътност на тока, съдържание на волфрам, температура и др., които условия са съвместими с останалите производствени етапи, базирани на силициевите микротехнологии. Показано е, че съдържанието на волфрам в покритията е определящо за механичните им качества. Установено е, че повишено съдържание на W може да се постигне чрез увеличаване на концентрацията му в електролита, което обаче води до намаляване на добива по ток или чрез използване на ниски плътности на тока, при което пък се удължава технологичното време за отлагане на филми с определена дебелина. Определен е оптимален режим, при който отлагането се извършва импулсно при средна плътност на тока от 10 mА.cm-2 от електролит съдържащ 80 g.l-1 Ni и 14.1 g.l-1 W. Този режим позволява отлагане на микроструктури с подобрени механични качества като висока твърдост, ниски вътрешни напрежения и повишена еластичност, а от там и по-дълъг срок на експлоатация, в сравнение с досега използваните подвижни никелови контакти.

* 1. ***Аналитична електрохимия и сензорика (46,47)***

Разработен е динамичен електрохимичен сензор ***(46)*** за измерване концентрацията на летливи ненаситени въглеводороди и техни халогенопроизводни, които се окисляват при твърде високи анодни потенциали и не могат да бъдат регистрирани чрез използване на традиционните амперометрични сензори. Принципът на действие се основава на предварителна адсорбция на измерваното вещество върху сензорния електрод, представляващ тънък филм от Pt, отложен чрез вакуумно разпрашаване и последващо окисление на адсорбата с помощта на циклична волтаметрия. Измереният електричен заряд, след корекция за адсорбцията на кислород, служи за определяне концентрацията на органичното вещество. Специална потенциална програма осигурява многократно „чистене” на електродната повърхност, което позволява дългосрочно следене на концентрацията на измерваното вещество. С помощта на паралелни импедансни измервания се следи количеството на адсорбата и при достигане на определена степен на запълване на електродната повърхност, адсорбционният стадий се прекратява и се преминава към окислението на адсорбирания продукт. По този начин се осигурява линейна зависимост между измерения електричен заряд и концентрацията на измерваното вещество. Параметрите на потенциалната програма могат да се променят, което позволява измерване на различни органични съединения с един и същ сензор. Сензорът има висока чувствителност към измерваното вещество, като същевременно толерира примеси на въглероден окис до 1000 ppm.

Публикация ***(47)*** третира експерименталната точност и прецизност при измерване на електрохимичния импеданс на златни електроди в електролитна среда, съдържаща редукционна двойка калиев фероцианид - калиев феирцианид. Доказано е, че електрохимичният импеданс в такива системи често показва нелинейни отклонения, които компроментират прецизността на измервания сигнал. В статията са изяснени причините за наблюдаваните отклоннения. В изследването са тествани специално разработени елктроди, приложени са различни процедури за тяхното “чистене”. Доказано е, че във всички случаи е налице устойчиво нелинейно отклонение на измервания сигнал, което е предизвикано от адсорбция на редокс-йони и корозия на електродната повърхност, което води до нелинейнейно изменение на импеданса на системата и компроментира измерванията. Изследването има съществен методичен принос за аналитичната електрохимия тъй като недвусмислено доказва, че макар и все още често използвано, Au е неподходящ електроден материал за имедансни измервания в електролити, съдържащи феро-ферицианиди.

**3. Корозия и корозионни инхибитори**

***3.1. Приложение на метода на електрохимичния шум за контрол на корозионни процеси и изпитване на инхибитори (48-50)***

Изследванията демонстрират възможностите на един съвременен експериментален метод, какъвто е методът на електрохимичния шум (ЕХШ) за установяване склонността на материалите към корозия, за продължителен мониторинг и контрол на тези явления, както и за разграничаване на обща от локална корозия. В публикация ***(48)*** за обект на изследванията е избрана системата мед - синтетична вода. Проследено е влиянието на хлорни, сулфатни и бикарбонатни йони в различни концентрации и комбинации. Експериментът е построен на статистически 23 факториален план. Изчислени са индивидуалните коефициенти на въздействие, както и коефициентите на взаимодействие между отделните йони. Установено е, че сулфатните йони имат активиращ, хлорните пасивиращ, а бикарбонатните буфериращ ефект, а комбинцията от трите вида йони в тясна концентрационна област инициира локална питинг корозия. Показано е, че високата чувствителност на метода на ЕХШ позволява диагностика в началните стадии на корозия, което дава възможност за предприемане на своевременни защитни мерки.

В публикации ***(49,50)*** е изследвано корозионното поведение на магнезиева сплав АZ91 в моделни водни разтвори на етиленгликол, включително и в присъствие на хлорни йони. С помощта на различни електрохимични методи е проследено инхибиторното действие на набор от органични съединения. Сравнителният анализ на получените резултати демонстрира ефективността на метода на ЕХШ за първоначален бърз скрининг и подбор на най-ефективните инхибитори. Показано е, че статистическата обработка на данните дава информация както за интензитета, така и за механизма на протичащите корозионни явления. Установено е, че интензитетът на електрохимичния шум на системата корелира с интензивността на корозионния процес. Протеклото тотално количество електричество за времето на експеримента е мярка за инхибиращия ефект на изследваните вещества, докато спектралният анализ на шума в честотнта област, позволява да се установи типа на протичащите корозионни явления. Сред изследваните съединения, най-висок инхибиращ ефект (77%) има съединението лактобионоталоамид. Този ефект се запазва при високи температури и в присъствие на агресивни хлорни йони, факт който в съчетание с химичната му природа, т.е. с неговата безвредност за околната среда, го прави подходящ за приложение в корозионната практиката.

***3.2. Кисела нафтенова корозия (51,52)***

Направен е подробен критичен анализ на литературата, посветена на киселата нафтенова корозия и е обоснована необходимостта от систематизиране на многобройните причини, обуславящи корозионния процес. Изследвана e корозията на въглеродна стомана и е изучено влиянието на различни физични и химични параметри като време на експозиция, температура и киселинно съдържание за набор от нафтенови киселини и техни смеси в минерално масло и в тежка нефтена фракция, включително и в присъствие на сероводород. Показано е, че широко използваният фактор *общо киселинно число* не позволява надеждна оценка на корозионната агресивност на нефтените фракции. Установено е, че химичната природа и молекулната структура оказват съществено влияние върху степента на корозия, а ниски концентрации на H2S имат инхибиращ ефект. Тези трудове, публикувани през 1996 г. и до днес са обект на сериозен интерес и имат много висока цитируемост.

***3.3. Инхибитори на корозията на нисковъглеродна стомана в неутрални водни разтвори***

Научни трудове ***(53,54)*** са в основата на първата докторска дисертация на кандидата. Изследвана е инхибиторната ефективност на серия органични съединения с хиноидна структура върху корозията на нисковъглеродна стомана в неутрални водни среди, като са използвани гравиметрични и електрохимични корозионни методики. Проследено е влиянието на концентрацията на инхибитора, времето на експониране, температурата, катодната и анодна поляризация. Изучен е механизмът на корозия на стомана в неутрални водни разтвори като отправна точка за дискутиране на механизма на инхибиране. Показано е, че инхибиторната ефективност се базира на адсорбция върху металната повърхност и блокиране на активните корозионни центрове. Определени са изотермите описващи адсорбционния процес, свободната енергия на адсорбция, атракционната константа и пр. Експериментално установената корелация между молекулната структура, защитните свойства на хиноните и различията в поведението на пара- и орто-производните, е потвърдена чрез квантово-химични изчисления. Доказано е, че нарастването на молекулната маса, броя на двойните връзки и спрегнатите бензолни ядра води до съществено повишаване на инхибиторната ефективност. Публикация ***(55)*** е своеобразно продължение на тематиката на по-късен етап от творческата кариера на Е. Славчева. Чрез квантово-химични изчисления са получени молекулните характеристики на серия хинони с експериментално доказани инхибиторни свойства по отношение на корозия на нисковъглеродна стомана в неутрални водни разтвори. Установени са корелации между йонизационния потенциал диполния момент, електронната плътност и геометрията на хиноновата молекула и инхибиращият ефект, което позволява предварителен избор на най-обещаващите инхибитори.