

РЕЦЕНЗИЯ

по конкурс за заемане на академична длъжност „професор“ по професионално направление 5.4 Енергетика, научна специалност „Термични и ядрени електрически централи“, обявен в Държавен вестник, брой 23 от 14.3.2023 г. и съгласно Заповед на Ректора на ТУ № ОЖ-5.4-28/12.05.2023 г.

с кандидат: **доц. д-р инж. Силвия Василева Бойчева**

от **професор дн инж. Павлин П. Грудев**, р-л Лаборатория “Ядрена енергетика и ядрена безопасност” в ИЯИЯЕ-БАН, член на научното жури

1. Общи положения и биографични данни

По обявения в ДВ, брой 23 от 14.3.2023 г. конкурс е подаден комплект документи от един кандидат – доц. д-р инж. Силвия Василева Бойчева. Тя е допусната до участие в конкурса. От подадените документи е видно, че изпълнява минималните национални изисквания за заемане на академичната длъжност „професор“.

Доц. Силвия Бойчева е завършила висшето си образование през 1995 г. в Химико-Технологичния и Металургичен Университет в гр. София, по специалност „Химия и технология на материали за микроелектрониката и електронните елементи“. Работи следващите 3 години до 1998 г. в същия университет като инженер-химик. През 2002 г защитава докторска степен в същия университет по специалност „Химия и технология на материали за микроелектрониката и електронните елементи“ в Научния Съвет по „Неорганични химични технологии“.

Доц. д-р инж. Силвия Бойчева е специализирала в няколко водещи научни Лаборатории и Университети в Европа, като многократно е специализант на “Alexander von Humboldt”.

Автор и съавтор на 160 научни публикации, на учебник “Системи и устройства за опазване на околната среда в топлоенергийни обекти”.

Има H index 16 според Scopus. Публикациите ѝ в списания с импакт фактор/импакт ранг са 69, като има забелязани над 900 цитирания на научните си публикации.

Ръководител е на пет научно-изследователски проекта, два от които двустранни с европейски университети.

2. Общо описание на представените материали

Доц. д-р инж. Силвия Бойчева е представила общо 60 научни публикации, от които 26 на брой научни публикации са реферирани в бази данни Scopus и/или Web of Science, като останалите 34 на брой научни публикации са в нереперирани списания с научно рецензиране или в редактирани колективни трудове.

На базата на представените материали може да се направи оценка за изпълнението на минималните национални изисквания както следва:

Група показатели А – Кандидатът е приложил нужните документи, свързани с ОНС „доктор“. Изпълнява изискването за 50 т. по този показател.

Група показатели В – представени са 15 на брой, равностойни на монографичен труд публикации, реферирани в бази данни Scopus и/или Web of Science. Приемам общо 205,64 т. (минималният изискван брой е 100 т. за заемане на АД "професор")

Група показатели Г – По показател 7 са представени 8 публикации - приемам 95,05 т., а по показател 8 са представени 34 публикации с общо 270,86 т. Приемам общо 365,91 т. (минималният изискван брой е 250 т. за заемане на АД "професор").

Група показатели Д (за заемане на АД "професор" – от представените 2350 т. по Д12 приемам 2350 т. и по Д14 от представените 40 т. приемам 40 т. Или общо приемам 2390 т (минималният изискван брой е 100 т. за заемане на АД "професор").

Група показатели Е (Сума от показателите от 16 до 29, като минималният брой точки по показател Е17 е 40) – от представените общ брой точки по показатели от група Е 330 т. приемам 330 т. (минимален брой е 220 точки за заемане на АД "професор").

Група показатели Ж – Приемам представените от кандидата 510 т. (минималният изискван брой е 120 т. за заемане на АД "професор").

Група показатели З (Научни публикации в списания с импакт фактор и/или с импакт ранг) – от представените 30 т. приемам 30 т. (минимален изискван брой точки е – 20 т. за заемане на АД "професор").

3. Обща характеристика на научно-изследователската и научно-приложната дейност на кандидата

От представените материали се вижда, че научноизследователската работа на доц. Силвия Бойчева има широк спектър от изследвания. Нейните интереси са в областта на: модернизирани на инсталации в топлоелектрически (ТЕЦ) и ядрени електрически централи (ЯЕЦ), като йонообменни водоподготвителни инсталации в АЕЦ „Козлодуй“; системи за газоочистване, работещи на адсорбционен принцип, предназначени за намаляване на изхвърлянията на радиоактивни газове и аерозоли, които се отделят при деаерация; изследвания на зависимостта на енергийния сектор в страните от Европейския съюз от дефицита на суровини за производството на конструкционни материали; приложимостта на зеолити от въглищна пепел като среди за термохимично съхранение на топлина и термични ефекти на адсорбционни процеси; оползотворяване на въглеродни емисии от конвенционални електрически централи за производство на синтетични горива; изследвания за оползотворяването на въглищната пепел чрез алкална конверсия в зеолити за адсорбция, каталитична деструкция и детекция на атмосферни замърсители; влиянието на състава и характеристиките на изходната пепел върху степента на алкална конверсия в зеолити; изследвания на оползотворяването на въглищни пепели чрез алкалната им конверсия в зеолити за очистване на води и в

системи за преработка на течни радиоактивни отпадъци; изследвания за адсорбционната ефективност на зеолити от различни фази, получени от въглищна пепел в широки граници на изменение на състава ѝ; изследвания и приложение на методологията за експериментални и моделни изследвания на характеристиките на повърхността на адсорбенти и катализатори; разработване и изследване на тънкослойни среди за фотоволтаични клетки.

Представените публикации от доц. д-р Силвия Бойчева в показател В (общо 15), са тематично обединени под общото заглавие “Оползотворяване на пепелта от въглищни топлоелектрически централи (ТЕЦ) чрез алкална конверсия в зеолити с приложения в системи за улавяне на въглеродни емисии, деструкция и детекция на атмосферни замърсители, съхранение на топлинна енергия и очистване на води”. Представените публикации обхващат резултати от задълбочени научни изследвания на въздействията върху околната среда от изгарянето на изкопаеми горива и разработването на технологични решения за подобряване на екологичните показатели на въглищните ТЕЦ. Изследванията са насочени към проучвания на технологично реализуеми и икономически изгодни подходи със значим екологичен ефект за оползотворяване на суровинния ресурс на твърдофазните отпадъци от горивни процеси и ограничаване на депонирането им чрез съответна преработка.

Кандидатът е на първо място в много от представените 60 научни публикации.

От направената справка е видно, че кандидатът има умения както за самостоятелна работа, така и за работа в екип.

4. Оценка на педагогическата подготовка и дейност на кандидата

Доц. д-р инж. Силвия Василева Бойчева е преподавател в Технически университет – София от 2005 г. като старши асистент. От 2007 г е главен асистент, а от 2012 г е доцент по професионално направление 5.4 ЕНЕРГЕТИКА, специалност „Термични и ядрени електрически централи”, в Технически университет – София. Има 17 години общо стаж като преподавател. Лектор е по значителен брой лекционни курсове в ТУ-София: “Водоподготовка и воднохимични режими в топлоенергийни и ядреноенергийни обекти”, “Системи и устройства за опазване на околната среда в топлоенергийни обекти” , „Химични и физикохимични процеси в ядрени реактори”, „Горивна техника и технологии“, „Водоподготовка и водно-химични режими в ЯЕЦ“ „Добив, състав и свойства на газообразните горива“, „Енергопреобразуващи технологии и системи“, „Технологии за оползотворяване на органични горива“, „Опазване на околната среда“.

Лектор е и в школата за подготовка на международни инженери по заваряване към ТУ-София и в курсове за следдипломна квалификация на инженерни кадри в АЕЦ „Козлодуй“.

Ръководител е на двама докторанти по Докторска програма „Термични и ядрени електрически централи“. Има един успешно защитил докторант. Била е ръководител на 16 успешно защитили дипломанти.

Хорариума за водените лекции за последните 3 години е общо 510 часа в съответствие с учебните планове. Минималния брой изисквани лекционни часове за заемане на АД „професор“ е 120 часа.

Доц. Силвия Бойчева има допълнителна квалификация по „Инженерна педагогика“.

5. Основни научни и научно - приложни приноси

Въз основа на постигнатите резултати, обобщени в публикациите доц. д-р инж. Силвия Бойчева е представила, формулирала общо 22 научни и научно-приложни приноси както следва:

1) Разработен е вариант за модернизация на йонообменната водоподготвителна инсталация на АЕЦ „Козлодуй“ с доказана по-добра икономическа ефективност и екологосъобразност от съществуващата инсталация;

2) Доказана е възможността за подобряване на пожаробезопасността на съществуваща инсталацията за специално газоочистване в АЕЦ „Козлодуй“ чрез замяна на активния въглен с огнеупорен зеолит без необходимост от реконструкция;

3) Систематизирани са насоките за ограничаване на рисковете от дефицит на хром в конструкционни материали за основно оборудване в двуконтурни ЯЕЦ и е доказана надеждността на прилагания слабоосновен водно-химичен режим във втори контур чрез оценка на микроструктурата и състоянието на повърхността на основен конструкционен материал в контакт с топлоносител;

4) Разработен е лабораторен стенд за изследване на термохимичното съхранение на топлина от прахообразни и гранулирани порести материали. Чрез проведени изследвания е доказана възможността за оползотворяване на въглищна пепел за получаване на икономически изгодни и екологосъобразни среди за ефективно термохимично съхранение на топлина в цикли на адсорбция/десорбция на вода с енергийна плътност съизмерима с установената при търговски аналози, произведени от чисти изходни суровини;

5) Въз основа на проучванията върху механизма и условията за оползотворяване на въглеродни емисии чрез метаниране, са проведени изследвания на хемисорбцията на въглероден диоксид при повишено налягане върху бифункционални адсорбент/катализатори, получени с оползотворяване на въглищна пепел, като е доказан механизъм на метаниране на CO₂ с доставка на водород за процеса от киселинните центрове в зеолитните структури;

6) Доказана е приложимостта на технологичния подход за оползотворяване на въглищна пепел чрез алкална конверсия в широк диапазон на изменение на химичния и фазовия й състав, пробонабрана от множество енергийни обекти с разнообразна

горивна база, както и за оползотворяване на депонирана въглищна пепел. Продуктите на алкална конверсия на различна по състав и произход въглищна пепел, получени при оптимални процесни параметри, са приложими като ефективни адсорбенти и йонообменници в очистването на води от тежки метали, органични съединения и радиоактивни изотопи;

7) Разработена е надеждна експериментална и моделна методология за изследване на характеристиките на повърхността (специфична повърхност, среден диаметър и разпределение по размер на микро- и мезопори, свободен обем, външна повърхност и др.) на нови сложни по състав и текстура материали, получени с оползотворяване на отпадъци, за надеждна оценка на приложимостта им като адсорбенти и катализатори;

8) Разработени са хибридни процедури на алкална конверсия на въглищна пепел и за следсинтезно модифициране за подобряване на енергийната ефективност на преработката ѝ и за повишаване на каталитичната активност и адсорбционна ефективност на получените продукти, както и за придаване на магнитни свойства на адсорбенти и катализатори за лесното им технологично извеждане от обработваните среди;

9) Чрез систематизирани експериментални изследвания са установени оптималните условия за получаване на висококачествен нанокристален зеолит Na-X чрез двустъпален алкален синтез и ултразвукова хомогенизация с благоприятни повърхностни характеристики и хомогенно разпределение на железooksидните фази, трансферирани от изходната пепел, предопределящи висока каталитична активност;

10) Установена е термодинамична последователност при процесите на алкална конверсия на въглищна пепел и са очертани зоните на кристализация на различни зеолитни фази от един и същ състав на изходната суровина при изменение на параметрите на процеса;

11) Предложена е възможност за подобряване на функционалността и себестойността на силициеви фотоволтаични клетки чрез прилагане на повърхностни тънкослойни електроди от легиран с алуминий цинков оксид, нетоксичен, екологосъобразен и икономически изгоден материал, като са установени условията за получаването му в тънкослойни структури с висока оптична трансмисивност и ниска резистивност.

12) Установено е съотношението Si/Al, аморфна/кристална съставляваща и са идентифицирани кристалните фази в изследваните въглищни проби пепел, добити като средни проби от електростатичните утайтели на четири големи въглищни централи в Р. България.

13) Установени са оптимални условия за алкална конверсия на пепелта от изгарянето на лигнитни въглища в четири големи горивни обекта у нас. Изведени са взаимовръзки за влиянието на условията на синтез, фазовия и химичния състав на

изходната пепел върху степента на зеолитизация, морфологията и текстурните характеристики на получените синтетични зеолити.

14) Получени са систематични данни за специфичната повърхност, разпределението на порите по размер и степента на конверсия на зеолитите от въглищна пепел чрез моделни изследвания на експерименталните изотерми на адсорбция/десорбция.

15) Установен е висок капацитет на адсорбция на CO₂ над 3,0 mmol/g от зеолити от въглищна пепел със специфична повърхност около 400 m²/g при атмосферно налягане и висока селективност на към улавянето на CO₂ при повишена влажност на газовия поток, което от приложен аспект и е технологично значим резултат при инсталирането на системи за улавяне на въглероден диоксид към топло-електрически централи.

16) Валидиран е цифров модел за описание на адсорбционна колона за улавяне на CO₂ от зеолити от въглищна пепел, приложим за мащабиране на лабораторна до пилотна система, като е установена е висока корелация на моделите на Langmuir за равновесна и Linear Drive Force за динамична адсорбция.

17) Изяснен е механизма на адсорбция на CO₂ от зеолити от въглищна пепел с повишено калциево съдържание.

18) Разработени са икономически изгодни и ефективни катализатори за пълното окисление на органични вещества и са установени оптимални температури на пълно каталитично окисление от около 500 °C.

19) Изяснени са механизмите на каталитична активност на зеолитите от въглища пепел чрез изследване на вида и разпределението на железоксидните фази, пренесени от суровата пепел, в структурната зеолитна матрица.

20) Установена е добра чувствителност на оптичните константи на слоевете към ацетон при изследвания върху получаването на тънкослойни сензори от композитни слоеве от зеолити от въглищна пепел, импрегнирани в матрица на Nb₂O₅ и на оптичните им константи при експозицията им в пари на летливи органични съединения.

21) Чрез моделни изследвания е установен механизъм на монослойна адсорбция с висока корелация на модела на Langmuir за описание на експерименталните адсорбционни изотерми.

22) Установено е, че кинетиката на процеса на окисление се описва надеждно с кинетичното уравнение от псевдо-първи ред при немодифицирани и магнетитно-активирани зеолити и чрез кинетичното уравнение от псевдо-втори ред при модифицирани с оксиди на мед и кобалт зеолити от въглищна пепел.

Приемам формулираните от кандидата научни и научно - приложни приноси.

6. Значимост на приносите за науката и практиката

Оценявам приносите в представените от кандидата научни трудове по темата на конкурса като достатъчни по брой и качество. В подкрепа на значимостта на приносите

в научните трудове на кандидата е фактът, че публикации са цитирани от наши и чужди учени в издания, индексирани в световноизвестни бази данни. Голямата част от цитиращите публикации са индексирани в Scopus и/или Web of Science. Спазени са количествените показатели на критериите за заемане на АД „професор“.

Резултатите от научноизследователската и научно приложната дейност на кандидата са станали достояние на научната общност и на специалистите в ядрената област в страната и чужбина чрез публикации, реферирани и нереферирани в световноизвестни база данни с научна информация, доклади на семинари и конференции и интернет ресурсите на наши и международни институции.

7. Критични бележки и препоръки

Нямам критични бележки и препоръки. Необходимо е да се отбележи, че получените точки, съгласно предоставените материали, надвишават значително изискванията за заемането на АД „професор“.

8. Лични впечатления и становище на рецензента

Познавам кандидата от съвместното ни участие в съвети, семинари, конференции и журита. Впечатленията ми са, че има ясно разбиране на процесите и закономерностите които изследва и анализира.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Въз основа на запознаването ми с представените научни трудове, тяхната значимост, а също така съдържащите се в тях научни и научно-приложни приноси, както и факта, че по всички показатели кандидатът изпълнява значително минималните изисквания съгласно Правилника за условията и реда на заемане на академична длъжност „професор“ в ТУ-София, намирам за основателно да предложа на уважаемото научно жури доц. д-р инж. **Силвия Василева Бойчева**, да заеме академичната длъжност „професор“ в професионално направление 5.4 Енергетика по специалността „Термични и ядрени електрически централи“.

Дата: 31.05.2023

РЕЦЕНЗЕНТ:

/проф. Павлин Грудев/

REVIEW

on a competition for the occupation of the academic position of "professor" in professional direction 5.4 Energy, scientific specialty "Thermal and nuclear power plants", announced in the State Gazette, issue 23 of 14.03.2023 and according to the Order of the TU Rector № OЖ-5.4-28/12.05.2023 г.

with candidate: **Assoc. prof. Dr. Eng. Silvia Vasileva Boycheva**

by Professor, **D.Sc. Eng. Pavlin P. Groudev**, head of the Laboratory "Nuclear Energy and Nuclear Safety" at the Institute for Nuclear Research and Nuclear Energy - BAS, member of the scientific jury

1. General provisions and biographical data.

According to the competition announced in SG No. 23 of 14.3.2023, a set of documents was submitted by one candidate - Assoc. prof. Dr. Eng. Silvia Vasileva Boycheva. She is allowed to participate in the competition. From the submitted documents, it is clear that he fulfills the minimum national requirements for occupying the academic position of "professor".

Associate prof. Silvia Boycheva completed her higher education in 1995 at the Chemical-Technological and Metallurgical University in Sofia, majoring in "Chemistry and technology of materials for microelectronics and electronic elements". He worked for the next 3 years until 1998 at the same university as a chemical engineer. In 2002, he defended his doctoral degree at the same university, majoring in "Chemistry and technology of materials for microelectronics and electronic elements" at the Scientific Council for "Inorganic Chemical Technologies".

Assoc. prof. Dr. Eng. Silvia Boycheva has specialized in several leading scientific laboratories and universities in Europe, and has repeatedly been a specialist of "Alexander von Humboldt".

She is author and co-author of 160 scientific publications, of the textbook "Systems and devices for environmental protection in thermal power plants".

She has H-index 16 according to the Scopus. Her publications in journals with impact factor/impact rank are 69, and she has more than 900 citations of her scientific publications.

She is the head of five research projects, two of which are bilateral with European Universities.

2. General description of the presented materials

Assoc. prof. Dr. Eng. Silvia Boycheva has presented a total of 60 scientific publications, of which 26 scientific publications are referenced in Scopus and/or Web of Science databases, and the remaining 34 scientific publications are in non-refereed peer-reviewed journals or in edited collective works.

Based on the presented materials, an assessment of the implementation of the minimum national requirements can be made as follows:

Group of indicators A – The candidate has attached the necessary documents related to the basic scientific degree "doctor". Meets the requirement for 50 points for this indicator.

Group of indicators B – 15 publications, equivalent to a monographic work, referenced in Scopus and/or Web of Science databases are presented. I accept a total of 205.64 points (the minimum required number is 100 points for taking Academic Position (AP) "professor").

Group of indicators D - According to indicator 7, 8 publications are presented - I accept 95.05 items, and according to indicator 8, 34 publications are presented with a total of 270.86 items. I accept a total of 365.91 points (the minimum required number is 250 items for taking AP "professor").

Group of indicators D (for taking AP "Professor" - out of the presented 2350 points according to D12 I accept 2350 points and according to D14 of the presented 40 points I accept all 40 points. Or in total I accept 2390 points (the minimum required number is 100 points for borrowing of AP "professor").

Group of indicators E (Sum of indicators from 16 to 29, with the minimum number of points for indicator E17 being 40) - of the presented total number of points for indicators from group E 330 points, I accept 330 points (minimum number is 220 points for loaning AP "professor").

Group of indicators G - I accept the 510 points submitted by the candidate (the minimum required number is 120 points for holding the AP "professor").

Group of indicators Zh (Scientific publications in journals with an impact factor and/or with an impact rank) - of the presented 30 points, I accept 30 points (minimum required number of points is - 20 points for occupying AP "professor").

3. General characteristics of the scientific-research and scientific-applied activity of the candidate.

From the presented materials, it can be seen that the research work of Associate professor Silvia Boycheva covers a wide range of research. Her interests are in the field of: modernization of installations in thermal power plants (TPP) and nuclear power plants (NPP), such as ion-exchange water treatment plants in Kozloduy NPP; gas cleaning systems operating on the adsorption principle, designed to reduce emissions of radioactive gases and aerosols that are released during deaeration; studies of the dependence of the energy sector in

the countries of the European Union on the shortage of raw materials for the production of construction materials; the applicability of coal ash zeolites as media for thermochemical heat storage and thermal effects of adsorption processes; utilization of carbon emissions from conventional power plants for the production of synthetic fuels; studies on the utilization of coal ash by alkaline conversion in zeolites for adsorption, catalytic destruction and detection of atmospheric pollutants; the influence of the composition and characteristics of the starting ash on the degree of alkaline conversion in zeolites; studies of the utilization of coal ashes through their alkaline conversion in zeolites for water purification and in liquid radioactive waste processing systems; studies on the adsorption efficiency of zeolites of different phases obtained from coal ash within wide limits of variation of its composition; research and application of the methodology for experimental and model studies of the surface characteristics of adsorbents and catalysts; development and research of thin film media for photovoltaic cells.

The publications presented by Assoc. prof. Dr. Silvia Boycheva in indicator C (15 in total) are thematically united under the general title "Utilization of ash from coal-fired thermal power plants (TPP) by alkaline conversion in zeolites with applications in carbon capture systems, destruction and detection of atmospheric pollutants, thermal energy storage and water purification". The publications presented cover the results of in-depth scientific studies of the environmental impacts of fossil fuel combustion and the development of technological solutions to improve the environmental performance of coal-fired power plants. The researches are aimed at studies of technologically feasible and economically advantageous approaches with a significant ecological effect for the utilization of the raw material resource of solid-phase waste from combustion processes and limiting their disposal through appropriate processing.

The candidate is ranked first in many of the 60 scientific publications presented.

From the reference made, it is clear that the candidate has skills for both independent work and team work.

4. Assessment of the candidate's pedagogical training and activity.

Assoc. prof. Dr. Eng. Silvia Vasileva Boycheva has been a teacher at the Technical University - Sofia since 2005 as a senior assistant. Since 2007 he has been a chief assistant, and since 2012 he has been an associate professor in the professional field 5.4 ENERGY, specialty "Thermal and Nuclear Power Plants", at the Technical University - Sofia. He has a total of 17 years of teaching experience. He is a lecturer on a significant number of lecture courses at TU-Sofia: "Water treatment and water chemical regimes in thermal and nuclear power plants", "Systems and devices for environmental protection in thermal power plants", "Chemical and physicochemical processes in nuclear reactors", "Fuel technique and technologies", "Water preparation and water-chemical regimes in NPPs", "Production,

composition and properties of gaseous fuels", "Energy conversion technologies and systems", "Technologies for utilization of organic fuels", "Environmental protection".

He is also a lecturer at the training school for international welding engineers at TU-Sofia and at postgraduate qualification courses for engineering staff at "Kozloduy" NPP.

He is the supervisor of two doctoral students in the Doctoral Program "Thermal and Nuclear Power Plants". There is one successfully defended doctoral student. She was the supervisor of 16 graduates who successfully defended their diplomas.

The timetable for the lectures for the last 3 years is a total of 510 hours in accordance with the curricula. The minimum number of required lecture hours for holding the AP "professor" is 120 hours.

Associate professor Silvia Boycheva has an additional qualification in "Engineering Pedagogy".

5. Basic scientific and scientific - applied contributions.

Based on the achieved results, summarized in the publications, Assoc. prof. Dr. Eng. Silvia Boycheva has presented and formulated a total of 22 scientific and scientific-applied contributions as follows:

1) An option has been developed for the modernization of the ion exchange water treatment plant of the Kozloduy NPP with proven better economic efficiency and environmental friendliness than the existing plant;

2) The possibility of improving the fire safety of the existing installation for special gas treatment at Kozloduy NPP by replacing activated carbon with refractory zeolite without the need for reconstruction has been proven;

3) The guidelines for limiting the risks of chromium deficiency in construction materials for main equipment in double-circuit NPPs are systematized and the reliability of the applied weakly basic water-chemical regime in the second circuit is proven by evaluating the microstructure and surface condition of the main construction material in contact with the heat carrier;

4) A laboratory bench has been developed to study the thermochemical storage of heat from powdery and granular porous materials. Through research, it has been proven the possibility of utilizing coal ash to obtain economically advantageous and environmentally friendly media for efficient thermochemical heat storage in water adsorption/desorption cycles with an energy density comparable to that found in commercial analogues produced from pure raw materials;

5) Based on the studies on the mechanism and conditions for the utilization of carbon emissions by methanation, studies on the chemisorption of carbon dioxide under elevated pressure on bifunctional adsorbent/catalysts obtained by the utilization of coal ash have been

carried out, and a mechanism of methanation of CO₂ with delivery has been demonstrated of hydrogen for the process from the acid centers in the zeolite structures;

6) The applicability of the technological approach for the utilization of coal ash through alkaline conversion in a wide range of changes in its chemical and phase composition, sampled from numerous energy sites with a diverse fuel base, as well as for the utilization of deposited coal ash has been proven. The products of alkaline conversion of coal ash of different composition and origin, obtained at optimal process parameters, are applicable as effective adsorbents and ion exchangers in the purification of water from heavy metals, organic compounds and radioactive isotopes;

7) A reliable experimental and model methodology has been developed to study the surface characteristics (specific surface area, average diameter and size distribution of micro- and mesopores, free volume, external surface area, etc.) of new materials with a complex composition and texture obtained by recovery of waste, for a reliable assessment of their applicability as adsorbents and catalysts;

8) Hybrid procedures of alkaline conversion of coal ash and for post-synthesis modification have been developed to improve the energy efficiency of its processing and to increase the catalytic activity and adsorption efficiency of the obtained products, as well as to impart magnetic properties to adsorbents and catalysts for their easy technological removal from treated environments;

9) Systematized experimental studies have established the optimal conditions for obtaining high-quality nanocrystalline zeolite Na-X by two-step alkaline synthesis and ultrasonic homogenization with favorable surface characteristics and a homogeneous distribution of the iron oxide phases transferred from the starting ash, predetermining high catalytic activity;

10) A thermodynamic sequence has been established in the processes of alkaline conversion of coal ash and the crystallization zones of different zeolite phases of the same composition of the starting raw material have been outlined when the process parameters are changed;

11) An opportunity to improve the functionality and cost of silicon photovoltaic cells by applying surface thin-film electrodes of aluminum-alloyed zinc oxide, a non-toxic, environmentally friendly and economically advantageous material, has been proposed, and the conditions for obtaining it in thin-film structures with high optical transmissivity and low transmittance have been established resistivity.

12) The Si/Al ratio, amorphous/crystalline component, was determined and the crystalline phases were identified in the studied coal ash samples, obtained as average samples from the electrostatic precipitators of four large coal plants in the Republic of Bulgaria.

13) Optimal conditions for alkaline conversion of ash from the burning of lignite coal have been established in four large fuel facilities in our country. Interrelationships are derived

for the influence of the synthesis conditions, the phase and chemical composition of the starting ash on the degree of zeolitization, the morphology and textural characteristics of the obtained synthetic zeolites.

14) Systematic data on the specific surface area, pore size distribution, and conversion rate of coal ash zeolites were obtained through model studies of experimental adsorption/desorption isotherms.

15) A high CO₂ adsorption capacity of over 3.0 mmol/g from coal ash zeolites with a specific surface area of about 400 m²/g at atmospheric pressure and a high selectivity for CO₂ capture at increased humidity of the gas stream was found, which from an applied aspect and is a technologically significant result in the installation of carbon dioxide capture systems to thermal power plants.

16) A numerical model to describe an adsorption column for the capture of CO₂ by coal ash zeolites, applicable for scale-up from a laboratory to a pilot scale system, has been validated, and a high correlation of Langmuir models for equilibrium and Linear Drive Force models for dynamic adsorption has been found.

17) Mechanism of CO₂ adsorption by calcium-enhanced coal ash zeolites elucidated.

18) Economically profitable and efficient catalysts for the complete oxidation of organic substances have been developed and optimal temperatures of complete catalytic oxidation of about 500 °C have been established.

19) Catalytic activity mechanisms of coal ash zeolites were elucidated by investigating the type and distribution of iron oxide phases transferred from the raw ash into the structural zeolite matrix.

20) A good sensitivity of the optical constants of the layers to acetone was found in studies on the preparation of thin-film sensors from composite layers of coal ash zeolites impregnated in a Nb₂O₅ matrix and of their optical constants when exposed to vapors of volatile organic compounds.

21) Through model studies, a monolayer adsorption mechanism with a high correlation of the Langmuir model was established to describe the experimental adsorption isotherms.

22) The kinetics of the oxidation process were found to be reliably described by the pseudo-first-order kinetic equation for unmodified and magnetite-activated zeolites and by the pseudo-second-order kinetic equation for copper and cobalt oxide-modified coal ash zeolites.

I accept the scientific and scientific - applied contributions formulated by the candidate.

6. Significance of contributions to science and practice.

I evaluate the contributions in the scientific works presented by the candidate on the topic of the competition as sufficient in number and quality. In support of the significance of the contributions in the candidate's scientific works is the fact that publications are cited by our and foreign scientists in publications indexed in world-famous databases. The majority of

citing publications are indexed in Scopus and/or Web of Science. The quantitative indicators of the criteria for occupying AD "Professor" have been met.

The results of the candidate's scientific research and applied scientific activity have become available to the scientific community and specialists in the nuclear field in the country and abroad through publications, referenced and non-referenced in world-famous databases with scientific information, reports at seminars and conferences, and the Internet resources of our and international institutions.

7. Critical notes and recommendations.

I have no critical notes and recommendations. It should be noted that the points obtained, according to the materials provided, significantly exceed the requirements for holding the AP "professor".

8. Personal impressions and opinion of the reviewer.

I know the candidate from our joint participation in councils, seminars, conferences and juries. My impressions are that he has a clear understanding of the processes and regularities he researches and analyzes.

CONCLUSION

Based on familiarization with the presented scientific works, their significance, as well as the scientific and scientific-applied contributions contained in them, as well as the fact that in all indicators the candidate significantly fulfills the minimum requirements according to the Regulations on the terms and conditions of holding an academic position of "professor" at TU-Sofia, I find it reasonable to propose to the respected scientific jury Assoc. prof. Dr. Eng. Silvia Vasileva Boycheva, to occupy the academic position of "professor" in professional direction 5.4 Energy in the specialty "Thermal and nuclear power plants".

Date: 31/05/2023

REVIEWER:

/Prof. Pavlin Groudev/