

СПРАВКА ЗА НАУЧНИТЕ ПРИНОСИ

на доц. д-р Ирена Йорданова Костова-Динева

Научните ми интереси са насочени към комплексно изучаване на редица аспекти, свързани с генезиса, обстановката на отлагане, петрографския, минерален и геохимичен състав на въглища от български басейни. Друг обект на изследванията ми са въглищата и пепелите от топлоелектрически централи (ТЕЦ). Предмет на научните ми интереси е изучаване на геохимичния, петрографски и минерален състав на въглищното вещество и пепелните частици и редица аспекти свързани с формирането на пепелите и концентрирането на редица химични елементи и съединения, включително вредни и токсични за околната среда и човешкото здраве, в тях. Голяма част от изследванията ми са свързани с изясняване на съдържанието, разпределението и формите на присъствие на живак във въглища и пепели, а също и с някои аспекти на генерирането и разсейването му в околната среда. През последните години интересите ми са фокусирани и върху изучаване на геохимичния състав на антарктически почви и оценка на степента им на антропогенно замърсяване.

Приносите през периода 2007 – 2017 г. (след хабилитацията) могат да бъдат групирани в следните направления:

ПРИНОСИ ПРИ ИЗУЧАВАНЕ НА ВЪГЛИЩА ОТ ВЪГЛИЩНИ БАСЕЙНИ

1. Научни разработки и приноси върху изясняване на петрологията, минералогията и геохимията на български въглищни басейни.

За първи път е извършено детайлно изследване на въглищата от Пчеларовското находище, като са характеризирани петрографския, минералния и геохимичен състав на въглищното вещество (Публикации № 48 и 49). Направено е комплексно изследване на въглищата от Станянский басейн, включващо определяне на петрографския състав и за първи път са представени изчерпателни данни за минералния и геохимичен състав на въглищата, като е определено съдържанието на 45 елементи примеси във въглищното вещество и е установено присъствието на редица тежки метали и други токсични елементи в железните дисулфиди (Публикация № 45). Извършена е детайлна минераложка характеристика на въглищата от Белобрежкия басейн, включваща определянето и на елементите-примеси в кристалната решетка на пирита (Публикация № 44). Установен и описан е мацералният състав на въглищата от Бургаския басейн (мина „Черно море 2“) (Публикация № 62).

2. Теоретични приноси в изясняване на процесите на формиране на мацералите от групата на инертинита във въглищата.

Определяне на състава и особеностите на инертинитовите мацерали във въглищата от въглищните райони Enugu и Okaba в Нигерия с фокус върху формирането на мацерала макринит (Публикация № 69). Обобщения върху някои характерни особености при образуването на инертинита във въглищата и значението на фунгинита при формиране на макринита (Публикация № 33). Изследвания и обобщения върху генезиса на инертинитовите мацерали на базата на често наблюдаваната и характерна асоциация на фунгинита с кутинита и суберинита (Публикация № 34).

3. Научни разработки и приноси при определяне на съдържанието, разпределението и формите на присъствие на живак във въглища от български басейни.

Изучаване и определяне на концентрацията, разпределението, формите на присъствие и други характерни особености на живак във въглища с ниско, средно и високо съдържание на сяра от Карловския, Белобрежкия, Западномаришкия, Източномаришкия, Станянския и Бургаския въглищни басейни (Публикации № 53, 54, 55). Обобщение относно съдържанието на живак в български въглища, връзката на живака със сярата, съпоставка на съдържанието на живак в български басейни с това в различни басейни по света, а също и със средните стойности за въглища (Публикация № 55).

4. Приноси в използването и прилагането на нови методи за изследване на въглищни и графитни проби. Прилагане на Раманова спектроскопия и катодолуминисцентна спектроскопия за изследване на въглища и графит.

Прилагане на микро-раманова и катодолуминисцентна спектроскопия върху въглища с различен ранг и различен тип на органичното вещество. Изследване на графитни проби чрез раманова и катодолуминисцентна спектроскопия и сравнителна характеристика на данните получени при изучаване на въглища и графит (Публикации № 39 и 59).

ПРИНОСИ ПРИ ИЗУЧАВАНЕ НА ВЪГЛИЩА И ПЕПЕЛИ ОТ ТЕЦ

5. Научни разработки и приноси при изучаване на живака във въглища и пепели от български топлоелектрически централи. Изследване на различни геохимични, минераложки и структурни аспекти свързани с присъствието на живак във въглищата и летливите пепели.

Установена е концентрацията на живак във въглищата и пепелите от всички български топлоелектрически централи, които изгарят въглища (ТЕЦ Република – Перник, ТЕЦ Бобов дол, ТЕЦ Сливен, ТЕЦ Марица Изток 2, ТЕЦ Марица Изток 3, ТЕЦ Марица 3 –

Димитровград, ТЕЦ Варна и ТЕЦ Русе). Интерпретирани са зависимостите в разпределението на живака в пепели от различни редове на електрофилтрите на ТЕЦ, а също и в пепелни фракции с различна едрина на частиците. Изследвано и изучено е влиянието на ранга на изгаряните въглища и структурните особености на неизгорелите пепелни частици върху улавянето и задържането на живака по време на горивния процес (Публикация № 35, 36, 40, 47, 52, 64, 67, 68). Направени са обобщения за съдържанието на живак във въглища и пепели от български ТЕЦ и са сравнени със съдържанието на живак във въглища и пепели от други топлоелектрически централи по света (Публикация № 56, 57).

6. Обобщения и приноси при изучаване на влиянието на повърхностните свойства на пепели от топлоелектрически централи върху улавянето и задържането на живак от неизгорелите въглищни частици (char, unburned carbon).

Извършена е процедура на сепариране на летливи пепели с повишена концентрация на живак, получени при изгаряне на въглища нисък и висок ранг, с цел установяване на закономерност в разпределението на живака в различни пепелни фракции. Изследванията показват, че живакът преимуществено се концентрира в пепели богати на въглерод, т.е. в неизгорелите въглищни частици (char, unburned carbon), които имат добре развита пореста структура. Извършени са проучвания на повърхностните свойства на богатата на въглерод пепелна фракция, като е направен пълен поросиметричен анализ, в резултат на който са установени размера и обема на порите на веществото. Установена е силна положителна корелация между съдържанието на Hg и BET/Langmuir специфичната повърхност, ВЖ обемът на мезопорите, повърхността на микропорите и вместимостта на монослоевите, а също и средна по значимост положителна корелация с обема на микропорите при пепелите от 3-ти ред на ЕФ на ТЕЦ Марица 3. Това дава основание да се направи извода, че при пепели, получени при изгаряне на въглища нисък ранг, живакът се абсорбира по повърхността на мезо- и микропорите на пепелните частици, а също и че запълва обема им. При пепелите от 5-ти ред на ЕФ от ТЕЦ Варна съществува силна положителна корелация между съдържанието на Hg и повърхността на микропорите и средно висока положителна корелация с обема на микропорите и вместимостта на монослоевите. Следователно, при пепели, получени при изгаряне на въглища висок ранг, живакът се концентрира предимно върху повърхността на стените на микропорите и запълва обема им (Публикация № 36, 37, 40).

7. Научни изследвания, приноси и обобщения върху определяне на количеството, същността, генезиса, свойствата, ролята и значението на неизгорелия въглерод / неизгорялото органично вещество във въглищни пепели.

На базата на многобройни изследвания върху конкретни пепели, богати на неизгоряло органично вещество и получени в резултат от изгарянето на въглища с различен ранг и тип в български и други ТЕЦ-ове по света е определено количеството и е направена

характеристика на неизгорелите въглеродни пепелни частици. Установена е разликата в структурата и свойствата на пепели богати на органично вещество, получени при изгаряне на въглища нисък и висок ранг. Определени са факторите, които предопределят количеството и влияят върху генерирането на подобни отпадни продукти при изгарянето на въглища в ТЕЦ. Установени са абсорбционните свойства и е уточнена ролята на богатите на въглерод пепелни фракции за абсорбиране на редица токсични летливи органични съединения като феноли, багрила, хербициди, полихлорирани бифенили, асфалтени и други петролни производни, а също и на редица летливи елементи примеси и по-специално на Hg, но също и на S, Cl, Br, As, Se, Cu, Ni, Zn, Ga, Ge, Rb и Pb от изкопаемите горива (Публикации № 37, 40, 47, 64). Направена е петрографска номенклатура и класификация на богатите на въглерод пепелни частици и са набелязани насоки и конкретни мерки за премахването им, с цел бъдещо използване и оползотворяване на отпадните продукти от ТЕЦ, в това числи и на летливите пепели. Всички споменати по-горе изследвания, правени от редица изследователи по света са обобщени под формата на ревю в публикация № 51.

8. Изследвания и приноси при изучаване на органичните съединения във въглища и пепели. Приноси в изследване на природата на органичните съединения на живака във въглища и пепели от топлоелектрически централи. Изучаване на биомаркери и полициклични ароматни въглеводороди (PAHs) във въглища с различен ранг.

С цел изследване и определяне на вида на органичните съединения на живака във въглищни и пепелни проби са анализирани пепели от ТЕЦ „Марица 3“ (Димитровград) и ТЕЦ „Варна“ и лигнитни въглища от ТЕЦ „Марица 3“ и ТЕЦ „Агиос Деметриус“. Приложени са процедури за отделяне на пепелни фракции богати на органично вещество и е извършена екстракция на хуминови киселини от въглищното вещество. Върху пепелните сепарати, богати на органично вещество и екстрактите от хуминови киселини на въглищни проби с високо съдържание на живак е приложена инфрачервена спектроскопия. Резултатите показват, че живакът в хуминовите киселини се среща преди всичко под формата на комплексни металорганични съединения и в по-малка степен като метилживак. В пепелите живакът вероятно е свързан с ароматните органични съединения, богати на кислородсъдържащи функционални групи (Публикации № 42 и 61). Проведени са изследвания и на полицикличните ароматни въглеводороди и биомаркерите на въглищата от Станянския, Бургаския, Добруджанския и Пернишки басейни. Установени се, че PAHs се различават по съдържание и брой на ароматните пръстени, което влияе върху интензитета на ароматизационните процеси и концентрацията им е тясно свързана с ранга на въглищата. Получените данни за биомаркерите (n-алкани и терпеноиди) показват, че изходната растителност на въглищата от Станянския басейн е иглолистна, на Бургаския басейн широколистна, а на въглищата от Пернишкия басейн е от смесен тип, като преобладава иглолистната дървесина и в по-малка степен се установяват треви, мъхове и папрати (Публикации № 50 и 66).

9. Научни разработки и приноси в изясняване на минералния, геохимичен и петрографски състав на въглища и пепели от топлоелектрически централи.

Извършени са детайлни изследвания върху петрографския и минерален състав на пепели от ТЕЦ Марица 3, ТЕЦ Варна, ТЕЦ Русе и ТЕЦ Република (Публикации № 47, 64, 52, 63). Установен е геохимичният състав на пепели от ТЕЦ Марица 3 и ТЕЦ Варна, като е определена концентрацията на 30 елемента и е изчислен коефициентът на обогатяване на пепелите със съответните елементи. Направени са изводите, че с изключение на Cd, Mo, As, Mn и Ag за пепелите от ТЕЦ Марица 3 и на Be, Cd, Cs, Rb, Se и As за пепелите от ТЕЦ Варна не се установява повишена концентрация на елементи-примеси като цяло (Публикация № 47, 64). Определено е съдържанието на 51 елемента, включително това на редкоземните елементи и Y и е установена изключително висока концентрация на Au в пепелите от ТЕЦ Русе. Повишено е количеството и на елементите-примеси Cd, Be, Se, Ag и Mn и в по-малка степен на елементите Zr, Ga, Ba, Cs, Ni и Hf (Публикация № 52). Установена е концентрацията на 17 потенциално токсични елементи, в това число на Hg, As, Cd, Se, Sr, Pb, Zn, Ni, Co, Mo и др. в летливи пепели от ТЕЦ Марица Изток 2, ТЕЦ Марица Изток 3, ТЕЦ Република и ТЕЦ Бобов дол (Публикация № 67).

Извършени са комплексни изследвания върху петрографията, минералогията и геохимията на пепели от български ТЕЦ с фокус върху присъствието на вредните летливи елементи и финни прахови частици (наночастици) в тях. Установено е преобладаващо присъствие на Hg, Se и As в неизгорялото органично вещество на пепелните частици, а също и като примеси в кристалната решетка на различни, предимно сулфидни и сулфанти минерали с наноразмери. Изследван е химичния състав и структурата на ултрафинните прахови частици и наноминерали, като е установено, че те представляват многостенни, богати на C нанотръбички, които капсулират летливи елементи като Hg, Se и As в себе си. Трансформацията на Fe-съдържащите минерали по време на горивния процес включва окисление на As-, Cu-, Hg-, Ni-, Sb- и Se-съдържащи сулфиди, сулфати, шпинел и хидрооксиди, дехидратация и дехидролиза на H₂O-съдържащи минерали, образуване на хематит, Fe-силикати и аморфни Fe-съдържащи фази и загуба на вредни летливи елементи, които преминават в газообразно състояние) (Публикация № 38).

Установено е съдържанието и разпределението на редкоземни елементи и Y във въглища и пепели от китайски (Diandong, Anwen и Jungar ТЕЦ), български (ТЕЦ Република и ТЕЦ Бобов дол), американски (ТЕЦ-ове в щата Кентъки) и турски топлоелектрически централи, които изгарят въглища с различен ранг и тип, като е фокусирано върху разпределението на елементите в разнородни пепелни фракции и са дискутирани факторите, които влияят върху концентрирането им в отпадните продукти от ТЕЦ. Направени са изводи, че съдържанието на лантанидите в летливите пепели зависи от множество фактори, но основното е количеството им в изгаряните въглища. Установено е също така, че степента на летливост на елементите не оказва влияние върху концентрирането им, както и, че не съществува зависимост в разпределението на лантанидите в пепели от различни редове на електрофилтрите (Публикации № 41, 71).

10. Изследвания и приноси в прилагането на биолуминисцентни бактерии *Vibrio fischeri* върху пепели от топлоелектрически централи с цел оценка на токсичността им тест.

За първи път върху пепели от български, сръбски и гръцки топлоелектрически централи е направено изследване с морски биолуминисцентни бактерии *Vibrio fischeri*, което включва прилагането на три вида последователни екстракции. Върху всеки екстракт са извършени редици химични процедури, с цел получаване на разтвори богати на определена група елементи и съединения. Измерени са времето и степента на биолуминисценция на бактериите и е изчислено инхибирането им като е определен индексът на токсичност на пепелните проби. Съдържанието на анионите F^- , Cl^- , NO_3^- и SO_4^{2-} и на катионите Na^+ , K^+ , Ca^+ и Mg^+ във водния екстракт е определено чрез йонна хроматография (IC) и атомно абсорбционна спектроскопия (AAS). Установено е и съдържанието на метали в получения чрез киселинно излужване екстракт, като е приложена атомно-емисионна спектроскопия (ICP-AES) (Публикации № 46, 60 и 70).

11. Приноси и изследвания относно влиянието на изгарянето на въглищата върху качеството на атмосферния въздух в района на енергиен комплекс Марица Изток и обобщения върху вредното въздействие на летливи елементи и пепелни наночастици върху човешкото здраве.

Извършени са комплексни изследвания за установяване на минералния и геохимичен състав на въглищата добивани в мина Марица Изток и изгаряни в топлоелектрическите централи на енергиен комплекс Марица Изток. Детайлни минераложки и геохимични изследвания са направени и на летливите пепели от ТЕЦ Марица Изток 2 и ТЕЦ Марица Изток 3. За първи път е установена концентрацията на силно токсични елементи като Hg, Cd и Se, а също и на редица тежки метали. Изучено е влиянието на метеорологичните условия за разпространението на вредните вещества в атмосферата и е характеризирано качеството на въздуха в района на Стара Загора, Гълъбово и енергиен комплекс Марица Изток (Публикация № 31). Обобщения върху въздействието на живака, който постъпва в атмосферата при изгарянето на въглищата в топлоелектрически централи и вредното му влияние върху околната среда и човешкото здраве са направени в публикация № 56. Извършени са изследвания относно формата на присъствие на редица летливи елементи и е установено, че те участват в състава на пепелни наночастици, които са с размери подходящи за вдишване, откъдето навлизат в човешкия организъм. Вредното им влияние върху различни системи и органи на човешкото тяло са обобщени и представени в публикация № 38.

ПРИНОСИ ПРИ ИЗУЧАВАНЕ НА АНТРОПОГЕННОТО ЗАМЪРСЯВАНЕ НА АНТАРКТИЧЕСКИ ПОЧВИ

12. Приноси в областта на изследванията на геохимията, минералогията и морфологията на почви от о. Ливингстън (Антарктида) и оценка на степента им на замърсяване с тежки метали и други вредни елементи.

За първи път са извършени геохимични и минераложки изследвания на почви от о. Ливингстън, взети от района на Българската антарктическа база, с цел установяване на степента им на зрялост и степента им на замърсяване с вредни елементи. Установена е ниска степен на хумификация на почвеното вещество. Определена е концентрацията на 39 елемента, като съдържанието на повечето от тях е оценено около или по-ниско от средно статистическата стойност за елементите в седиментни скали. Изключение правят елементите Sc, V, Co, Cu, Zn, Ga, Sr, Cd и отчасти As и Pb, чиито стойности са два, три и повече пъти по-високи от средните. Установено е, че съдържането на тежки метали и други токсични елементи, въпреки повишеното съдържание на някои от тях (Cd, Zn, Pb, Sr и As) не дава основание да се твърди, че съществува локално или глобално антропогенно замърсяване (Публикация № 43).

(доц. д-р Ирена Костова-Динева)