

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ГЕОЛОГІЧНИХ НАУК



КОЗІЙ ЄВГЕН СЕРГІЙОВИЧ

УДК 553.94:550.428

**ТОКСИЧНІ ТА ПОТЕНЦІЙНО ТОКСИЧНІ ЕЛЕМЕНТИ У ВУГІЛЬНИХ
ПЛАСТАХ ПАВЛОГРАДСЬКО - ПЕТРОПАВЛІВСЬКОГО
ГЕОЛОГО - ПРОМИСЛОВОГО РАЙОНУ**

Спеціальність 04.00.01 – «Загальна та регіональна геологія»

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата геологічних наук

Київ – 2019

Дисертацією є рукопис

Роботу виконано на кафедрі геології та розвідки родовищ корисних копалин Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» МОН України (м. Дніпро)

Науковий керівник: кандидат геолого-мінералогічних наук, доцент
Ішков Валерій Валерійович,
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка» МОН України, доцент
кафедри геології та розвідки родовищ корисних копалин

Офіційні опоненти: доктор геологічних наук, старший науковий співробітник
Вергельська Наталія Вікторівна,
Інститут геологічних наук НАН України,
старший науковий співробітник відділу геології вугільних
родовищ

кандидат геологічних наук, старший науковий співробітник
Маметова Людмила Федорівна,
Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН
України, старший науковий співробітник лабораторії
дослідження структурних змін гірських порід

Захист відбудеться "18" квітня 2019 р. о 14⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.162.02 Інституту геологічних наук НАН України за адресою: 01054, м. Київ, вул. О. Гончара, 55-б

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Інституту геологічних наук НАН України за адресою: 01054, м. Київ, вул. О. Гончара, 55-б

Автореферат розісланий "12" березня 2019 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради Д 26.162.02
кандидат геологічних наук

Т.М. Сокур

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Прогнозування вмісту токсичних і потенційно токсичних елементів (далі ТіПТЕ) і їх просторового розповсюдження є необхідною складовою вирішення багатьох геолого-екологічних проблем сталого розвитку України, пов'язаних з видобутком, переробкою і використанням вугілля при мінімальній шкоді для навколишнього середовища. У свою чергу, зростання вимог до охорони навколишнього середовища зумовлює потребу в нових науково обґрунтованих методах прогнозу вмісту ТіПТЕ в гірничій масі, що видобувається шахтами та у відходах вуглевидобутку і вуглезбагачення, а також впливу підприємств вугільної теплоенергетики на навколишнє середовище. У вивченні ТіПТЕ у вугільних пластах першочерговим є визначення особливостей розподілу цих елементів в основних фракціях мінеральної частини вугільних пластів, що дає змогу розробляти технологічні схеми збагачення вугілля за вмістом цих елементів. Встановлення складу геохімічних асоціацій ТіПТЕ та геологічних чинників, що зумовлюють формування підвищеного вмісту цих елементів у вугільних пластах, дає змогу прогнозувати зміну їх концентрацій. Також розроблення класифікації основних вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району за вмістом ТіПТЕ дозволяє довгостроково планувати заходи, спрямовані на зменшення концентрації цих елементів у продуктах та відходах вуглевидобутку. Особлива актуальність даного питання визначається Законом України «Про надра», постановами Кабінету Міністрів України № 22 від 30.09.1995 р., та № 688 від 28.06.1997 р., а також нормативними документами ДКЗ.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана в рамках наступних держбюджетних науково-дослідних робіт державного ВНЗ «Національний гірничий університет» (згідно Наказу МОН України №1636 від 20.12.2017 – Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»): № Р-617 (державний реєстраційний номер №0112U004196) «Закономірності розподілу токсичних елементів в робочих пластах Донбасу», № Р-644 (державний реєстраційний номер №0117U001143) «Вивчення токсичних та потенційно токсичних елементів у вугільних пластах Павлоград-Петропавлівського геолого-промислового району Донбасу». Автор дисертації є одним з відповідальних виконавців звітів за результатами цих науково-дослідних робіт. Дана робота також відповідає напрямку державної наукової програми «Державна цільова екологічна програма проведення моніторингу навколишнього природного середовища» (постанова КМУ від 05.12.2007 №1376).

Мета і завдання дослідження. Мета – встановлення особливостей розподілу ТіПТЕ у вугільних пластах Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району Донбасу. Для досягнення мети в процесі дослідження вирішувались такі завдання: 1) встановити особливості розподілу ТіПТЕ в основних фракціях мінеральної частини вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району; 2) визначити зв'язки між концентраціями ТіПТЕ у вугільних пластах геолого-промислового району, а також їх геохімічні асоціації; 3) виконати комплексну інтерпретацію геолого-геохімічних даних задля виявлення геологічних чинників, які зумовлюють формування підвищених концентрацій

ТіПТЕ у вугільних пластах Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району; 4) розробити класифікацію основних вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району за вмістом ТіПТЕ.

Об'єкт дослідження: вугільні пласти Павлоградсько - Петропавлівського геолого - промислового району Західного Донбасу.

Предмет дослідження: ТіПТЕ у вугільних пластах Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району та особливості їх розподілу.

Методи дослідження: у роботі для вирішення поставлених завдань з використанням системного підходу був застосований комплексний метод досліджень, який включав збір, аналіз і узагальнення матеріалів геологічної зйомки і геохімічних досліджень вугільних пластів Павлоградсько - Петропавлівського геолого-промислового району; створення електронної бази геохімічного опробування вугільних пластів з використанням даних опису керну свердловин та геологічної документації гірничих виробок; відбір проб мінеральної частини вугільних пластів для подальших хімічних (встановлення вмісту ТіПТЕ) та мінералого-петрографічних (дослідження текстурно-структурних особливостей і мінерального складу на трьох ієрархічних рівнях: «макроскопічно-мінералогічному», «мікроскопічно-петрографічному» і «субмікроскопічно-рентгеноскопічному») досліджень; при вивченні відібраних проб був застосований комплекс мінералого-петрографічних методів та виконані розрахунки балансу розподілу ТіПТЕ між органічною та мінеральною складовою, а також між основними фракціями мінеральної складової вугільних пластів; при обробці, аналізі та узагальненні результатів застосовувалися генетичний, порівняльно-історичний методи та комплекс статистичних методів (дисперсійний, кореляційний, регресійний і кластерний аналізи), які були спрямовані на вирішення завдань та досягнення мети роботи. Обробку та інтерпретацію вихідних аналітичних даних здійснено за допомогою програм – Microsoft Excel, Statistica 7; для візуалізації результатів, зокрема побудови карт, застосовано геоінформаційну систему (ГІС): Golden Software Surfer 11.

Наукова новизна отриманих результатів:

Вперше:

- встановлено закономірності розподілу ТіПТЕ між органічною та мінеральною складовою, а також між основними фракціями мінеральної частини вугільних пластів Павлоградсько - Петропавлівського геолого-промислового району і визначені «ряди спорідненості» цих елементів відносно органічної частини вугільних пластів, а також щодо сульфідної, силікатної та карбонатної фракцій мінеральної частини вугільних пластів району;

- доведено, що спільна концентрація Co, Ni, Pb, Cr, V і Mn у вугільних пластах району з утворенням геохімічної асоціації зумовлена їх спільним накопиченням в приконтактних ділянках вугільних пластів (як в покрівлі, так і в підшві) з формуванням своєрідних зон збагачення потужністю 0,15 - 0,2 м. Берилій є єдиним елементом з усіх ТіПТЕ, який переважно пов'язаний з органічною складовою вугільних пластів;

- розроблено класифікацію основних вугільних пластів Павлоградсько - Петропавлівського геолого-промислового району за вмістом ТіПТЕ.

Практичне значення отриманих результатів полягає у:

- побудові прогнозних карт розповсюдження ТіПТЕ в основних робочих вугільних пластах на ділянках діючих шахт Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району, що дозволяє планувати техніко-технологічні заходи, спрямовані на зменшення вмісту ТіПТЕ у гірничій масі, що видобувається шахтами;
- розрахунку рівнянь регресії, що дозволяють прогнозувати вміст ТіПТЕ у вугільних пластах Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району;
- отриманні патентів України № 124527 «Спосіб визначення зон тріщинуватості по вмісту ртуті у вуглепородному масиві» та № 124528 «Спосіб визначення зон тріщинуватості по вмісту миш'яку у вуглепородному масиві».

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна праця є результатом наукових і експериментальних самостійних досліджень автора. Усі основні результати та висновки отримані здобувачем самостійно. Дисертантом самостійно здійснено формулювання мети, завдань, обрано та самостійно здійснено комплекс методів досліджень, проведено інтерпретацію, обробку та аналіз отриманих результатів. Самостійно виконані усі завдання роботи.

Основні результати досліджень та висновки опубліковані у фахових виданнях та апробовані на наукових конференціях. Особистий внесок здобувача в публікаціях, виконаних у співавторстві, полягає у створенні бази даних первинного аналітичного матеріалу, проведенні петрографо-мінералогічних досліджень, встановленні статистичних параметрів, побудові карт, інтерпретації результатів досліджень, формулюванні висновків.

Апробація результатів роботи. Основні результати роботи на окремих етапах її виконання були висвітлені на міжнародних та всеукраїнських науково-практичних конференціях: VIII Міжнародній науковій студентській конференції «Прикладні задачі математики в механіці, економіці, екології», Севастопольський національний технічний університет (м. Севастополь, 2010); VII Міжнародній науковій конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Географія, геоекологія, геологія: досвід наукових досліджень», Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара (м. Дніпропетровськ, 2010); Міжнародній науково-технічній конференції «Форум гірників», Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет» (м. Дніпропетровськ, 2010); VIII Міжнародній науковій конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Географія, геоекологія, геологія: досвід наукових досліджень», Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара (м. Дніпропетровськ, 2011); Міжнародній науково-технічній конференції «Форум гірників», Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет» (м. Дніпропетровськ, 2013); IV Всеукраїнській науково-технічній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Молодь, наука та інновації», Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет» (м. Дніпро, 2016); 12th International Forum for Students and Young Researchers «Widening our horizons», State Higher Educational Institution «National Mining University» (Dnipro, 2017); VIII Всеукраїнській науково-технічній конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Наукова весна», Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет» (м. Дніпро, 2017); Міжнародній науково-технічній конференції «Форум гірників»,

Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет» (м. Дніпро, 2017); XV Конференції молодих вчених «Геотехнічні проблеми розробки родовищ», Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова Національної академії наук України (м. Дніпро, 2017); V Всеукраїнській науково-технічній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Молодь, наука та інновації», Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет» (м. Дніпро, 2017); XIV Всеукраїнській науково-практичній конференції «Сучасна геологічна наука і практика в дослідженнях студентів і молодих фахівців», Криворізький національний університет (м. Кривий Ріг, 2018); IX Всеукраїнській науково-технічній конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Наукова весна», Національний технічний університет «Дніпровська політехніка» (м. Дніпро, 2018); 13th International Forum for Students and Young Researchers «Widening our horizons» National Technical University Dnipro Polytechnic (Dnipro, 2018); «Сучасні проблеми літології осадових басейнів України і суміжних територій» до 100-річчя Національної академії наук України, Інститут геологічних наук Національної академії наук України (м. Київ, 2018); Міжнародній науково-технічній конференції «Форум гірників», Національний технічний університет «Дніпровська політехніка» (м. Дніпро, 2018); XVI Конференції молодих вчених «Геотехнічні проблеми розробки родовищ», Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова Національної академії наук України (м. Дніпро, 2018).

Публікації. Основні результати дисертаційної роботи опубліковані в 28 наукових роботах, в яких повністю відображені головні результати роботи (із них 8 без співавторів), серед них: 9 статей у наукових фахових виданнях України, в тому числі 2 з яких входять до переліку міжнародної наукометричної бази; 17 праць у матеріалах міжнародних та всеукраїнських наукових конференцій; 2 патенти.

Структура та обсяг роботи. Дисертація складається із вступу, переліку умовних скорочень та позначень, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Робота містить 154 сторінки друкованого тексту, 173 рисунка, 122 таблиці, список використаних джерел із 224 найменувань, 9 сторінок додатків. Загальний обсяг роботи 264 сторінки.

Автор глибоко вдячний за увагу, численні наукові консультації, слушні поради та допомогу науковому керівнику – кандидату геолого-мінералогічних наук В.В. Ішкову.

Щира подяка доктору геологічних наук, професору В.Ф. Приходченку, доктору геологічних наук, професору В.С. Савчуку, доктору геолого-мінералогічних наук, професору В.В. Лукінову за глибокий інтерес до роботи, конструктивні зауваження і пропозиції, консультації, поради, практичну допомогу, а також колективу кафедри геології та розвідки родовищ корисних копалин Національного технічного університету «Дніпровська політехніка».

За цінні наукові поради і консультації висловлюю подяку провідному науковому співробітнику відділу геології вугільних родовищ Інституту геологічних наук НАН України, доктору геологічних наук А.В. Івановій.

Окрема подяка директору навчально-наукового центру підготовки іноземних громадян В.І. Петровському за допомогу у вирішенні методичних та організаційних питань, підтримку та прекрасну роботу, творчу атмосферу.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **Розділі I «АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СТАНУ ПРОБЛЕМИ»** наведено огляд наукової літератури, що стосується вивчення елементів-домішок, «малих», токсичних та потенційно токсичних елементів у вугіллі родовищ світу та України, викладено інформацію щодо основних досліджень цих питань.

Вивчення розподілу токсичних та потенційно токсичних елементів у світі

Вважається, що початок вивчення елементів-домішок у вугіллі пов'язаний з Т. Річардсоном, який в 1848 році виявив цинк та кадмій у вугіллі. Дослідження того часу мали тільки пізнавальний характер. Після встановлення В.М. Гольдшмідтом і К.О. Петерсом в 1930 році германію в золі вугілля вивчення елементів-домішок набуло практичного характеру. Починаючи з 60-х років XX століття, після виявлення у вугіллі промислових запасів урану, інтерес до «малих» елементів різко зріс. У світовій літературі багато публікацій, пов'язаних з токсичними елементами, елементами-домішками, «малими» елементами, які напряду мають вплив на стан навколишнього середовища у вугільній промисловості, зокрема таких вчених як: В.Р. Клера, Д.Дж. Суейна, Г.Дж. Глускотера, Я.Е. Юдовича, В.М. Ратинського, Ф.Я. Саприкіна, Р. Фінкельмана, К.К. Квероля, Ф. Гударзі, Р. Гупти та ін.

Вивчення розподілу токсичних та потенційно токсичних елементів в Україні

Систематичне вивчення «малих» елементів у вугільних пластах Західного Донбасу було розпочато з 1955 року, згідно з Постановою Ради Міністрів СРСР від 27.07.1954 «Про складання карти поширення і вмісту германію в основних вугільних басейнах СРСР». З цього часу на всіх стадіях геологорозвідувальних робіт проводяться дослідження вугільних проб на германій та інші рідкісні елементи. Починаючи з 1978 року, поряд з вивченням рідкометального зруденіння у вугіллі починають проводити роботи, направлені на дослідження ТіПТЕ з метою визначення рівня концентрацій й геолого-геохімічних особливостей їх розподілу. Ці дослідження виконували на всіх стадіях геологорозвідувальних робіт, дані про вміст ТіПТЕ у вугільних пластах на ділянках детальної розвідки розглядались ДКЗ СРСР одночасно з утвердженням запасів вугілля. В Україні результати наукових досліджень щодо «малих» елементів та ТіПТЕ у вугіллі представлені головним чином в роботах А.Г. Дворнікова, В.В. Сергеева, О.Р. Куліненка, Т.В. Барни, І.І. Курмельова, В.В. Ішкова, Н.В. Вергельської, А.Ф. Горового, Н.А. Горової.

У **Розділі II** подана «МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ». Основною фактичною базою роботи стали матеріали геологічних звітів по вивченню «малих» елементів та ТіПТЕ, які характеризують їх вміст у 22 вугільних пластах, які відносяться до самарської світи C_1^3 (пласти $c_1, c_2, c_2^1, c_4, c_4^2, c_5^H, c_5, c_5^B, c_5^{2B}, c_6^H, c_6, c_6^B, c_6^1, c_6^3, c_7^H, c_7, c_7^B, c_8^H, c_8, c_9, c_{10}^B$ і c_{11}) нижнього відділу кам'яновугільного періоду, що містять результати аналізів по 2256 пробах. Для отримання найбільш об'єктивних і однорідних даних в роботі використовувались в основному результати напівкількісних і кількісних аналізів вугілля кернових проб полів шахт «Благодатна», «Тернівська», «Павлоградська», «Самарська», «Дніпровська», «ім. Героїв Космосу», «Західно-Донбаська», «Степова», «Ювілейна», «ім. М.І. Сташкова», а також резервних і розвідувальних площ і ділянок «Північно-Василівська», «Морозівська», «Свидівська», «Брагинівська», виконаних після 1983 року в центральних сертифікованих лабораторіях геологорозвідувальних

організацій, отриманих виробничими і науково-дослідними підприємствами і організаціями. У ряді випадків вони доповнювались аналізами пластових секційних проб, відібраних борозновим методом з гірничих виробок шахт і з дублікатів керну за участю співробітників геологічних служб вугледобувних підприємств і виробничих геологорозвідувальних організацій у період з 1981 по 2013 рік.

З метою виявлення складу геохімічних асоціацій, були розраховані коефіцієнти кореляції Пірсона (r) між вмістом ТіПТЕ. В єдину геохімічну асоціацію об'єднувались елементи, у яких зв'язок між вмістом визначається коефіцієнтом кореляції, що перевищує 0,5, з рівнем значимості не менше 95 %.

З метою встановлення особливостей розподілу ТіПТЕ в різних фракціях мінеральної частини вугільних пластів автором відібрано з гірничих виробок і відходів вуглезбагачення 72 проби. Макроскопічно, за допомогою стандартних мінералогічних методів із матеріалу цих проб, були виділені сульфідні, силікатні і карбонатні фракції. Мінеральний склад фракцій контролювався застосуванням методів оптичної мікроскопії і рентгеноструктурного аналізу. По комплексу структурно-текстурних ознак визначались їх епігенетична чи сингенетична природа. Кількість вуглисто-мінеральних зростків по окремих фракціях не перевищувала 10%. Таким чином, ідентифікація мінерального складу неорганічної частини вугільних пластів відбувалася на 3 різномасштабних рівнях: макрорівню – візуально стандартними мінералогічними методами; мікрорівню – методами оптичної мікроскопії, за допомогою мікроскопів МІН-8 та МБС-9; ультрамікрорівню – методом рентгеноструктурного аналізу.

При обробці, аналізі і узагальненні результатів застосовувались генетичний, порівняльно-історичний методи та комплекс статистичних методів (дисперсійний, кореляційний, регресійний і кластерний аналізи), які були спрямовані на вирішення завдань та досягнення мети роботи. Обробку та інтерпретацію вихідних аналітичних даних здійснено за допомогою програм – Microsoft Excel, Statistica 7; для візуалізації результатів, зокрема побудови карт, застосовано геоінформаційну систему (ГІС) – Golden Software Surfer 11.

В ході побудови карт, графіків і розрахунку коефіцієнтів кореляції всі значення ТіПТЕ нормувались за формулою: $X_{\text{норм}} = (X_i - X_{\text{min}}) / (X_{\text{max}} - X_{\text{min}})$, де:

X_i – результат одиничного значення концентрації елемента;

X_{max} – результат максимального значення концентрації елемента;

X_{min} – результат мінімального значення концентрації елемента.

Нормування здійснювалося для приведення вибірки до одного масштабу незалежно від одиниць виміру та розмаху вибірок.

При визначенні зон підвищеної тріщинуватості за вмістом миш'яку і ртуті у вуглепородному масиві в кожній свердловині визначались коефіцієнти аномально високого вмісту цих елементів, які розраховувались за вищеприведеною формулою нормування. За отриманими даними будувались карти концентрації цих елементів методом лінійної інтерполяції, визначались зони з підвищеною тріщинуватістю – при значеннях ізоліній більше 0,5, зони середньої тріщинуватості – із значеннями ізоліній 0,3-0,5 та зони низької тріщинуватості – із значеннями ізоліній менше 0,3.

З метою встановлення ступеня впливу таких факторів, як вміст сірки загальної, зольності та потужності вугільних пластів на розподіл ТіПТЕ, в роботі

використовувався двофакторний дисперсійний аналіз.

З метою класифікації основних вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району автором був виконаний кластерний аналіз, на основі результатів якого всі пласти поділяються за вмістом ТiПТЕ.

Системний підхід виконаних досліджень полягав у дослідженні об'єкту на різних ієрархічних рівнях: «мінеральна і органічна частина вугільних пластів» - «окремі шахтопласти» - «пласт по району і вугільні пласти у розрізі вугленосної товщі району».

У Розділі III «ГЕОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕНЬ» дисертаційної роботи на підставі широкого огляду та аналізу літературних джерел наведено стратиграфічну, літологічну, тектонічну характеристику досліджуваного району, а також вугленосність та якісну характеристику вугілля.

Павлоградсько-Петропавлівський геолого-промисловий район займає південно-східну частину Західного Донбасу. Він витягнутий в північно-західному напрямку на близько 100 км, при ширині нижньокарбонових вугленосних відкладів орієнтовно 20 км і має площу біля 2000 км². На заході він межує з Новомосковським, на півночі – з Лозівським і на сході – з Красноармійським геолого-промисловими районами. В межах Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району розташовано 10 вугільних шахт: «ім. Героїв Космосу», «Благодатна», «Павлоградська», «Тернівська», «Західно-Донбаська», «Самарська», «Дніпровська», «ім. М.І. Сташкова», «Степова» і «Ювілейна» (рис. 1).

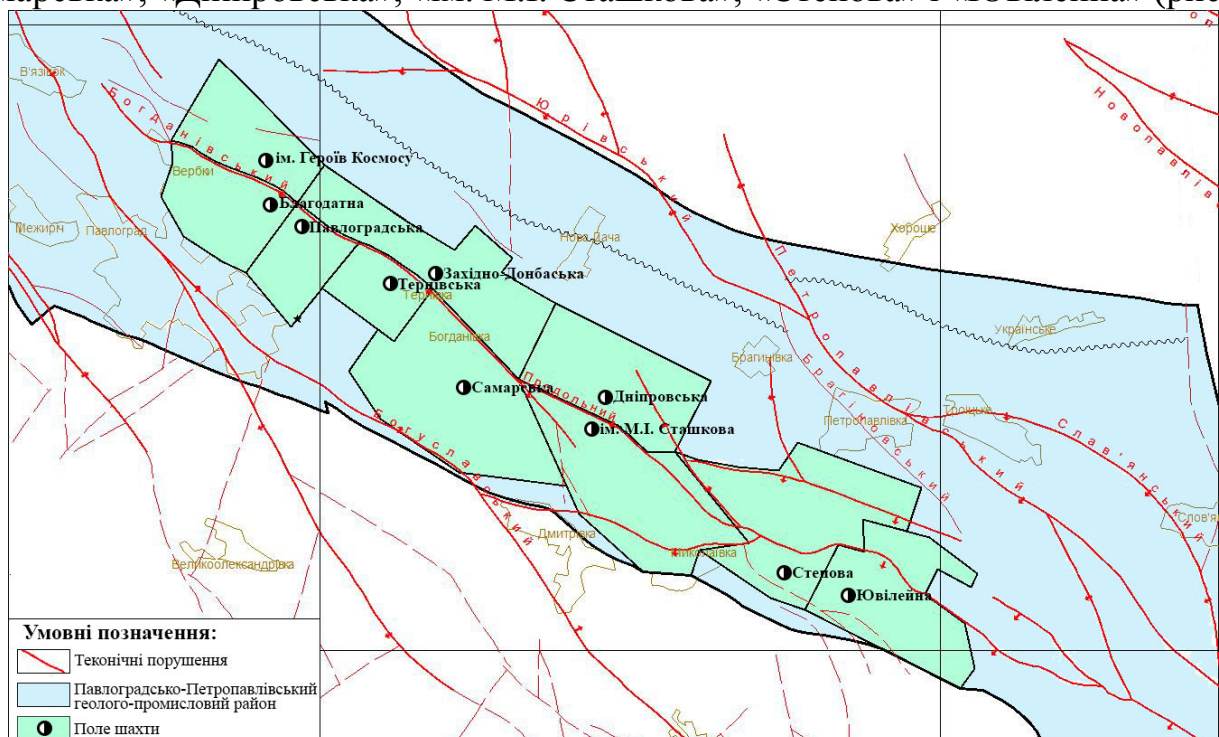


Рис. 1. Схема тектонічної будови та структури шахтних полів району досліджень (зі звіту М.І. Євдошук, Н.В. Вергельської та ін., 2014. З доповненнями автора)

Стратиграфічна і літологічна характеристика

Павлоградсько-Петропавлівський геолого - промисловий район і прилегла територія сформовані двома різко відмінними між собою за своїм структурно-речовинним комплексом порід утвореннями: докембрійським кристалічним фундаментом і

фанерозойським осадовим чохлам. У геологічній будові докембрію беруть участь складнодислоковані магматичні, метаморфізовані і метасоматичні утворення, які в межах досліджуваної території залягають на різних глибинах в різних її частинах. Глибина залягання докембрійських утворень Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району та прилеглої території змінюється від 100 м в південно-західній частині до 10-12 км в північно-східній. Відклади фанерозою, які формують осадовий чохол, залягають на корі вивітрювання кристалічних порід докембрійського фундаменту із кутовою і регіональною стратиграфічною незгідністю. У крайній південно - західній частині території поширені тільки відклади кайнозою, загальна потужність яких, зазвичай, не перевищує 100 м. На відміну від неї, в північно-східній частині потужність і повнота розрізу поступово збільшуються, досягаючи найбільшого значення 10-12 км в крайній північно-східній частині території, яка належить до Дніпровського грабену. На докембрійських кристалічних утвореннях фундаменту із кутовою незгідністю спорадично залягають відклади фаменського ярусу верхнього девону. Кам'яновугільні відклади геолого - промислового району залягають із кутовою незгідністю і стратиграфічною перервою на утвореннях девону або із великою кутовою і стратиграфічною незгідністю на докембрійському кристалічному фундаменті. Потужність цих утворень змінюється від нуля в смугі ерозійного виклинювання на границі з УЩ до 6,5-7,4 км в північно-східній частині території. Загальний регіональний нахил кам'яновугільних порід на північний схід під кутом 3-12°. Цій товщі притаманні розвиток розривної тектоніки, плікативних дислокацій і блокова структура, яка пов'язана переважно з рухами кристалічного фундаменту. На різновікових утвореннях кам'яновугільних відкладів з великою стратиграфічною і кутовою незгідністю залягають мезозойські відклади, які розповсюджені тільки у північній частині території із потужністю 600-700 м. Вони приурочені до північного схилу Новомосковсько-Петропавлівської монокліналі і представлені тріасовою і юрською системами. Відклади кайнозою залягають плащеподібно, із значною стратиграфічною і кутовою незгідністю на еродованій поверхні кам'яновугільних, мезозойських і докембрійських утворень. Вони представлені палеогеновою, неогеновою та четвертинною системами. У південно-західній частині площі вони залягають на вивітрених утвореннях докембрію з потужністю від декількох метрів до 100 м. У північно-східній частині території вони залягають на різновікових відкладах карбону та мезозою з потужністю до 140-160 м.

Тектонічна будова

Західний Донбас розташований на південному борті Дніпровсько-Донецької западини. Більша частина його території розташована в межах Самарської глиби. Ця глиба обмежена з трьох сторін великими розломами: на півночі – Михайлівсько-Юр'ївським, на заході – Карабіновським і на сході – Криворізько-Павлівським. Південну межу глиби визначає піднятий край Українського докембрійського кристалічного щита. Геологічні комплекси порід Західного Донбасу, що складають ці глиби, утворюють кілька структурних поверхів. На нижньому структурному поверсі кристалічних порід докембрію залягає осадовий чохол, в якому виділяються два наступних структурних поверхи, які розділені кутовими незгідностями і значними стратиграфічними перервами: другий структурний поверх, який

складений палеозойськими, головним чином, піщано-глинистими утвореннями девону, карбону і пермі, що залягають незгідно на складчастій основі докембрію першого поверху, та третій, який представлений мезо-кайнозойськими утвореннями, що залягають незгідно на палеозойських породах другого поверху. Головною тектонічною структурою осадового чохла є розлога Новомосковсько-Петропавлівська монокліналь. Вона розбита скидами з крутим падінням, переважно північно-західного простягання і падінням зміщувачів, як на південний захід, так і на північний схід.

На даний час відсутня загальна класифікація розривних порушень в межах Західного Донбасу, в тому числі Новомосковсько-Петропавлівської монокліналі. За найбільш поширеною, згідно узагальнюючих робіт по Західному Донбасу класифікації розломів за морфологічними ознаками, виділяються наступні п'ять груп: крайові, крупні (міжблокові), середні (внутрішньоблокові), дрібні (оперяючі) і мікроскиди.

Вугленосність та якісна характеристика вугілля

На території Західного Донбасу промислова вугленосність приурочена до відкладів світи $C_1^3(C)$ нижньої частини серпуховського ярусу нижнього карбону. Нижній відділ карбону представлений турнейським, візейським та серпуховським ярусами і за прийнятою стратиграфічною схемою поділяється на мокроволноваську серію $C_1^1(A)$, межівську $C_1^2(B)$, самарську $C_1^3(C)$ і кальміуську $C_{1-2}^4(D)$ світи. За геофізичними даними найбільша потужність цих утворень досягає біля 5,0-5,2 км у північно-східній частині цієї площі.

У Павлоградсько-Петропавлівському геолого-промисловому районі з усього нижнього карбону до робочих пластів відносяться виключно пласти самарської світи. Її потужність змінюється від 300 м на заході геолого-промислового району до 700 м на сході. Нижня границя світи проводиться по підшві вапняку C_1 , верхня – по підшві вапняку D_1 , вищезалягаючої кальміуської світи. Вона представлена утвореннями ранньосерпуховського віку і характеризується значним розвитком переважно малопотужних вугільних пластів і прошарків. Самарській світі притаманна дрібноциклічна будова, яка представлена складним, але закономірним перешаруванням аргілітів, алевролітів, пісковиків, пластів вапняку і вугілля.

Вугленосність нижнього карбону не є постійною, зокрема загальна кількість вугільних пластів зменшується з південного заходу на північний схід від Українського кристалічного щита в напрямку осьової частини Донецького прогину. Площі з найбільшим розвитком вугільних пластів відповідають зоні потужності відкладів світи C_1^3 300 - 500 м. Найбільш висока вугленосність приурочена до південної частини Павлоградського геолого-промислового району, менш вугленасиченим є Петропавлівський район.

Вугілля пластів світи C_1^3 Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району відповідає маркам Д, ДГ і Г. Вугілля марки Д частково розповсюджене у західній частині Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району, ДГ – переважно у центральній частині і Г – у східній. Вугілля шахт «ім. Героїв Космосу», «Благодатна», «Павлоградська», «Тернівська», «Дніпровська» належить до марки ДГ, решта до марки Г. Вугілля пластів резервних ділянок представлено марками Д, ДГ і Г. Вугілля марки Д можна використовувати в

якості енергетичного і комунально-побутового палива з перспективою використання в хімічній та частково коксохімічній промисловості. Вугільні пласти самарської світи марки Г в Павлоградсько-Петропавлівському районі, як і в цілому в Західному Донбасі, за петрографічним складом не відрізняються від вугілля марки ДГ. У перспективі запаси вугілля марки ДГ є основою для виготовлення формованого коксу і отримання синтетичного палива. Зараз головним напрямом використання вугілля є енергетика. Основним напрямом використання вугілля марки Г східної частини Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району є коксохімічна промисловість

У **Розділі IV «ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОДІЛУ ТОКСИЧНИХ ТА ПОТЕНЦІЙНО ТОКСИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ»** дисертаційної роботи наведено результати досліджень особливостей розподілу ТіПТЕ у вугільних пластах Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району.

Особливості розподілу токсичних та потенційно токсичних елементів в мінеральній і органічній частині вугільних пластів

Встановлені особливості розподілу ТіПТЕ між органічною та мінеральною складовою (рис. 2), а також між основними фракціями мінеральної частини (рис. 3) вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району і «ряди спорідненості» цих елементів відносно органічної частини вугільних пластів, а також щодо сульфідної, силікатної та карбонатної фракцій мінеральної частини вугільних пластів геолого-промислового району.

Мінеральна речовина неорганічної складової вугільних пластів може бути з самого початку привнесена в басейн палеоторфонакопичення у вигляді механічних суспензій різного ступеня дисперсності, істинних і колоїдних розчинів, в першу чергу постійними або тимчасовими водними потоками, накопичуватися в зонах розвантаження підземних вод, випадати з атмосферними опадами і пилюватими частинками атмосфери. Крім того, всі організми, включаючи рослини, вміщують ту чи іншу кількість неорганічної речовини. Потрапляючи в басейн палеоторфонакопичення, мінеральна речовина піддається складному впливу фізико-хімічних і біохімічних процесів, які часто призводять до утворення нових мінеральних фаз, більш стійких до змінених термодинамічних параметрів і хімічних умов середовища, а також змінюють форми існування і особливості міграції хімічних сполук. Після формування пластів подальші процеси діагенезу і катагенезу вугленосної товщі тільки підсилюють перетворення вихідної неорганічної складової.

Вихідні і новоутворені фази неорганічної складової вугільних пластів можуть знаходитись у вигляді окремих кристалів, їх зростків, зерен неправильної форми і їх агрегатів різного ступеня дисперсності, у вигляді ізоморфних домішок в кристалічних решітках, органомінеральних сполук і сорбованих форм в твердому, рідкому і газоподібному стані, бути генетично пов'язаними, як з органічною частиною вугільних пластів, так із їх мінеральною складовою.

Сульфідна фракція мінеральної частини вугільних пластів складена переважно епігенетичним і сингенетичним піритом. За даними рентгеноструктурного аналізу у сульфідній фракції присутні, крім піриту, марказит, галеніт, халькопірит, сфалерит, а також нетипові мінерали: піролюзит, каолінит, кварц, гематит. Силікатна фракція

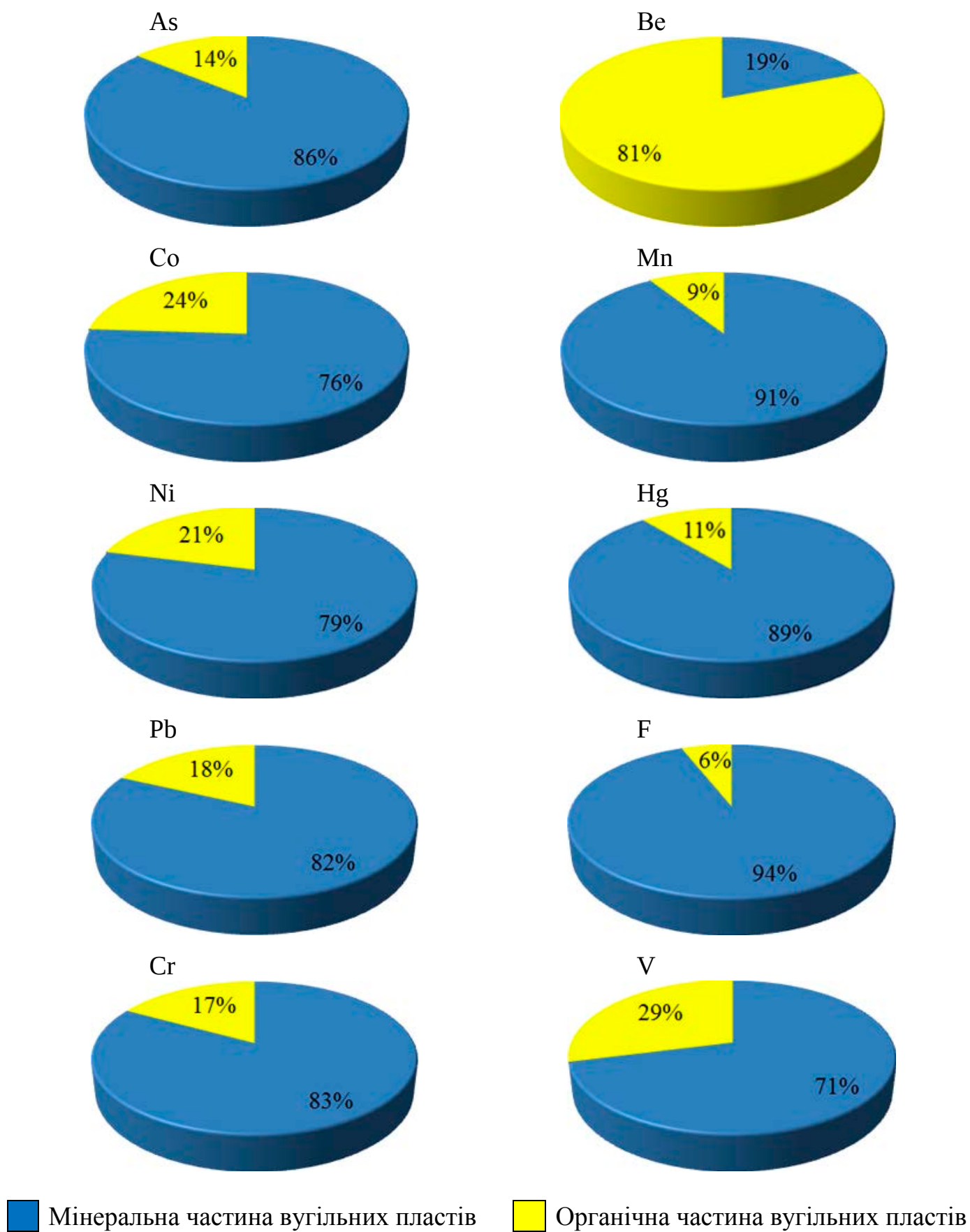
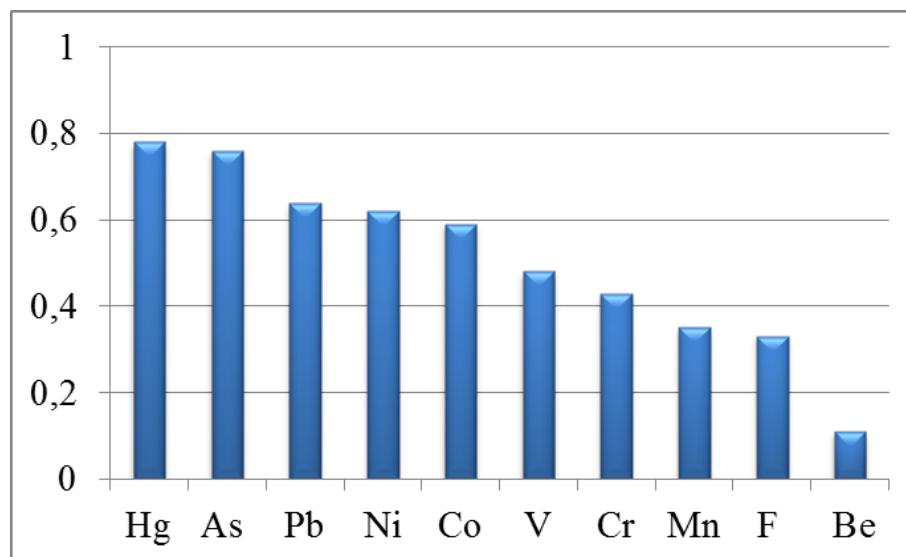


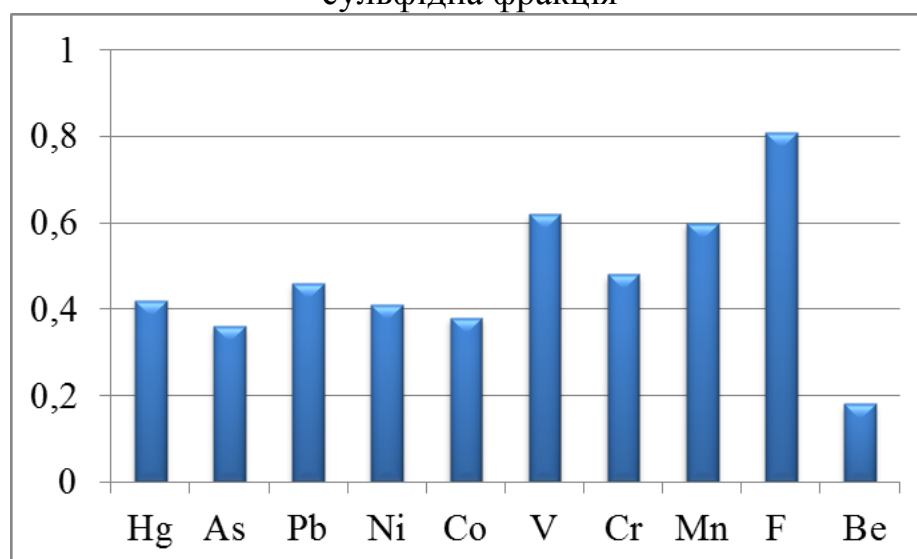
Рис.2. Розподіл ТіПТЕ між органічною та мінеральною складовою вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району

Середні нормовані значення
вмісту ТіПТЕ



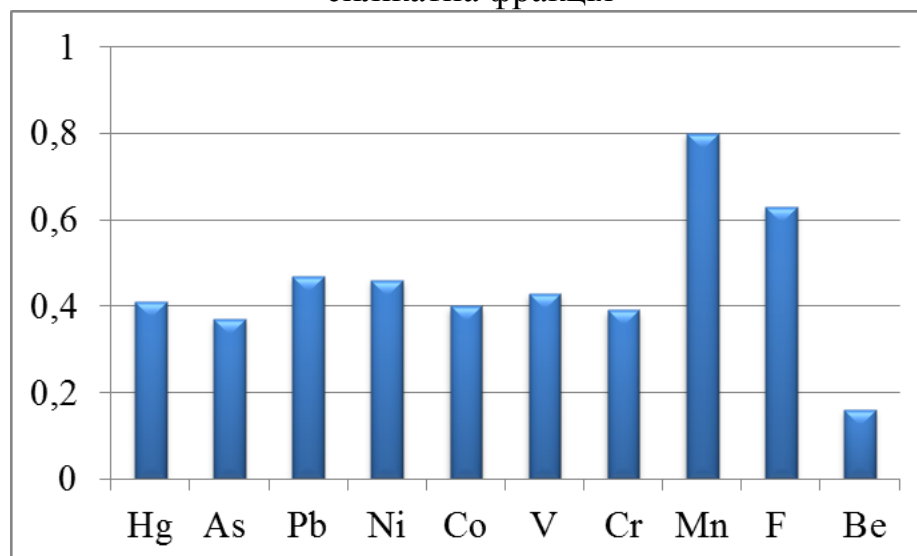
сульфідна фракція

Середні нормовані значення
вмісту ТіПТЕ



силікатна фракція

Середні нормовані значення
вмісту ТіПТЕ



карбонатна фракція

Рис.3. Розподіл ТіПТЕ між основними фракціями мінеральної частини вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району

представлена переважно включеннями піщано - глинистих порід, агрегатами мінералів глини і гідрослюд. За даними рентгеноструктурного аналізу у силікатній фракції присутні кварц, каолінит, ілліт, мусковіт, дикіт, накріт, монтморилоніт, галлуазит, а також нетипові мінерали: пірит, кальцит і сидерит. Карбонатна фракція відрізняється досить обмеженим, практично мономінеральним складом, представленим кальцитом. Тільки за даними рентгеноструктурного аналізу у цій фракції, крім кальциту, було ще встановлено доломіт, сидерит, анкерит, а також нетипові мінерали: каолінит та ілліт.

«Ряд спорідненості» TiПТЕ відносно фракцій мінеральної частини вугільних пластів:

- сульфідної: Hg, As >> Pb, Ni, Co > V, Cr, Mn, F >> Be;
- силікатної: F >> V, Mn > Cr, Pb, Hg, Ni, Co, As >> Be;
- карбонатної: Mn >> F > Pb, Ni, V, Hg, Co, Cr, As >> Be.

«Ряд спорідненості» TiПТЕ відносно органічної складової вугільних пластів:

Be >> V, Co, Ni > Pb, Cr, As, Hg, Mn >> F.

*Особливості розподілу токсичних та потенційно токсичних елементів
в окремих шахтопластах*

Встановлені особливості розподілу TiПТЕ по площі основних робочих вугільних пластів на ділянках діючих шахт Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району. Були побудовані прогнозні карти розповсюдження TiПТЕ, що дозволяє планувати технологічні заходи, спрямовані на зменшення вмісту цих елементів у гірничій масі, що видобувається шахтами. А розраховані рівняння регресії дозволяють прогнозувати концентрацію цих елементів у вугільних пластах. За допомогою кореляційного, регресійного і дисперсійного аналізу визначено склад геохімічних асоціацій TiПТЕ по пластах, як окремих шахт, так і по району в цілому, а також уточнено середній вміст та варіативність їх концентрацій (табл. 1).

Таблиця 1

Середній вміст TiПТЕ в основних робочих вугільних пластах
Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району

As	Be	Co	Mn	Ni
52,81±4,76	2,98±0,05	6,71±0,03	121,39±7,20	20,46±0,19
Hg	Pb	F	Cr	V
0,31±0,02	12,31±0,98	90,24±3,58	17,93±0,43	16,86±0,29

Особливості розподілу миш'яку в окремих шахтопластах. У цілому вміст миш'яку не залежить від зольності вугілля, глибини залягання і потужності пластів. У більшості досліджуваних шахтопластів концентрації миш'яку мають тісні прямі кореляційні зв'язки з вмістом сірки загальної S_t^d , що підтверджується результатами дисперсійного аналізу, таким чином, із зменшенням вмісту сірки загальної, концентрація миш'яку зменшується. Найбільш стійкою геохімічною асоціацією є As – Hg. Ділянки з аномально високим вмістом миш'яку просторово поєднані із зонами підвищеної тріщинуватості, які генетично пов'язані з окремими середньо- та малоамплітудними розривними порушеннями та зонами їх перетину.

Особливості розподілу берилію в окремих шахтопластах. Вміст берилію не залежить від вмісту сірки загальної, глибини залягання і потужності пластів. В переважній більшості досліджуваних шахтопластів концентрації берилію мають тісні зворотні кореляційні зв'язки із зольністю вугілля A^d , що підтверджується

результатами дисперсійного аналізу. Отже, із збільшенням мінеральних домішок у вугільних пластах концентрація берилію зменшується. У більшості досліджень шахтопластів берилій не формує геохімічних асоціацій ні з одним ТiПТЕ.

Особливості розподілу кобальту в окремих шахтопластах. Загалом вміст кобальту не залежить від зольності вугілля, глибини залягання і вмісту сірки загальної. В переважній більшості досліджуваних шахтопластів концентрації кобальту пов'язані зворотним тісним кореляційним зв'язком з їх потужністю, що підтверджується результатами дисперсійного аналізу. Із збільшенням вкладу зон збагачення цього елементу в загальних потужностях пластів вміст кобальту збільшується. Найбільш стійкою геохімічною асоціацією є $\text{Co} - \text{Mn} - \text{Ni} - \text{Pb} - \text{Cr} - \text{V}$.

Особливості розподілу марганцю в окремих шахтопластах. У цілому вміст марганцю не залежить від зольності вугілля, глибини залягання і вмісту сірки загальної. У більшості досліджуваних шахтопластів концентрації марганцю мають тісні зворотні кореляційні зв'язки з їх потужністю, що підтверджується результатами дисперсійного аналізу. Найбільш стійкою геохімічною асоціацією є $\text{Mn} - \text{Co} - \text{Ni} - \text{Pb} - \text{Cr} - \text{V}$.

Особливості розподілу нікелю в окремих шахтопластах. У цілому вміст нікелю не залежить від зольності вугілля, глибини залягання і вмісту сірки загальної. В переважній більшості досліджуваних шахтопластів концентрації нікелю пов'язані тісним зворотним кореляційним зв'язком з їх потужністю, що підтверджується результатами дисперсійного аналізу. Найбільш стійкою геохімічною асоціацією є $\text{Ni} - \text{Mn} - \text{Co} - \text{Pb} - \text{Cr} - \text{V}$.

Особливості розподілу ртуті в окремих шахтопластах. Вміст ртуті не залежить від зольності вугілля, глибини залягання і потужності пластів. У більшості досліджуваних шахтопластів концентрації ртуті мають тісні прямі кореляційні зв'язки з вмістом сірки загальної, що підтверджується результатами дисперсійного аналізу. Таким чином, із зменшенням вмісту сірки загальної концентрація ртуті зменшується. Найбільш стійкою геохімічною асоціацією є $\text{As} - \text{Hg}$. Ділянки з аномально високим вмістом ртуті просторово поєднані із зонами підвищеної тріщинуватості, які генетично пов'язані з окремими середньо- та малоамплітудними розривними порушеннями.

Особливості розподілу свинцю в окремих шахтопластах. У цілому вміст свинцю не залежить від зольності вугілля, глибини залягання і вмісту сірки загальної. У переважній більшості досліджуваних шахтопластів концентрації свинцю пов'язані зворотним тісним кореляційним зв'язком з їх потужністю, що підтверджується результатами дисперсійного аналізу. Таким чином, із збільшенням потужності вугільних пластів вміст свинцю зменшується. Найбільш стійкою геохімічною асоціацією є $\text{Pb} - \text{Co} - \text{Mn} - \text{Ni} - \text{Cr} - \text{V}$.

Особливості розподілу фтору в окремих шахтопластах. Вміст фтору не залежить від вмісту сірки загальної, глибини залягання і потужності пластів. У всіх досліджуваних шахтопластах вміст фтору має прямі тісні кореляційні зв'язки із зольністю вугілля, що підтверджується результатами дисперсійного аналізу. Таким чином, із зменшенням мінеральних домішок у вугіллі концентрація фтору зменшується. Найбільш стійкою геохімічною асоціацією є $\text{F} - \text{Be}$.

Особливості розподілу хрому в окремих шахтопластах. У цілому вміст хрому не

залежить від зольності вугілля, глибини залягання і вмісту сірки загальної. В переважній більшості досліджуваних шахтопластів концентрації хрому пов'язані зворотним тісним кореляційним зв'язком з їх потужністю, що підтверджується результатами дисперсійного аналізу. Найбільш стійкою геохімічною асоціацією є $\text{Cr} - \text{Co} - \text{Mn} - \text{Ni} - \text{Pb} - \text{V}$.

Особливості розподілу ванадію в окремих шахтопластах. Вміст ванадію не залежить від зольності вугілля, глибини залягання і вмісту сірки загальної. У переважній більшості досліджуваних шахтопластів концентрації ванадію пов'язані зворотним тісним кореляційним зв'язком з їх потужністю, що підтверджується результатами дисперсійного аналізу. Таким чином, із збільшенням вкладу зон збагачення цього елементу в загальних потужностях пластів, вміст ванадію збільшується. Найбільш стійкою геохімічною асоціацією є $\text{V} - \text{Co} - \text{Mn} - \text{Ni} - \text{Pb} - \text{Cr}$.

Стійка геохімічна асоціація всіх потенційно токсичних елементів Co , Ni , Pb , Cr , V і Mn зумовлена їх спільним накопиченням у приконтактних ділянках вугільних пластів із формуванням своєрідних зон збагачення потужністю 0,15 - 0,2 м. Асоціація ртуті і миш'яку зумовлена їх генетичним зв'язком з сульфідною мінералізацією. Результати кореляційного та дисперсійного аналізів і аналіз просторового розташування аномалій цих елементів з геолого-структурними особливостями шахтопластів, свідчить про їх генетичний зв'язок із сульфідною мінералізацією зон підвищеної тріщинуватості. Фтор є єдиним елементом, з усіх ТіПТЕ, переважно пов'язаним з мінеральною складовою вугільних пластів. Берилій є єдиним елементом, переважно пов'язаним з органічною складовою вугільних пластів.

Класифікація вугільних пластів по вмісту токсичних та потенційно токсичних елементів

З метою класифікації (табл. 2) основних вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району за вмістом ТіПТЕ був виконаний кластерний аналіз зваженим центроїдним методом та побудовані дендрограми результатів кластеризації. Ця класифікація дає можливість виконати довготерміновий прогноз вмісту ТіПТЕ в гірничій масі, що видобувається шахтами і планувати наступні технологічні заходи, направлені на зниження ТіПТЕ в продуктах і відходах вуглевидобутку.

Особливості розподілу токсичних та потенційно токсичних елементів в основних вугільних пластах у розрізі вугленосної товщі району

Встановлені особливості розподілу ТіПТЕ по зонах вуглеутворення в стратиграфічному розрізі Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району. Зміна їх концентрацій має складноперіодичний характер з тенденцією підвищення вмісту As , Co , Pb , F і Cr в верхній групі, а Be , Mn , Hg , Ni і V в нижній групі пластів, що відображає зміну палеогеографічних умов їх накопичення.

Особливості розподілу токсичних та потенційно токсичних елементів по площі району досліджень на прикладі пласта c_5

Встановлені закономірності розподілу ТіПТЕ у вугільному пласті c_5 , карти розповсюдження яких поєднані з геологічною картою домезозойських відкладів із палеорічковими системами карбону. Миш'як і ртуть пов'язані з сульфідною мінералізацією тріщинуватих зон тектонічної природи. Зони їх найбільшого вмісту

Таблиця 2

Класифікація основних вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району
за вмістом токсичних та потенційно токсичних елементів

	Аномально низький вміст	Низький вміст	Вміст нижче середнього	Середній вміст	Вміст вище середнього	Високий вміст	Аномально високий вміст
As	C_2^1	$C_2, C_6^B, C_7^H, C_8^H, C_{10}^B, C_{11}$	C_4, C_5	C_1, C_4^2	$C_5^{2B}, C_6, C_6^1, C_7^B$	$C_5^H, C_5^B, C_6^H, C_6^3, C_7, C_8$	C_9
Be	C_2, C_2^1, C_5^H, C_6^3	C_6, C_6^1, C_7^B, C_8	$C_1, C_5, C_5^B, C_7^H, C_7, C_8^H, C_9, C_{10}^B, C_{11}$	C_4	C_4^2, C_6^B	C_6^H	C_5^{2B}
Co	C_5^{2B}, C_6^3	C_4, C_6	$C_1, C_2, C_2^1, C_5, C_6^H, C_6^B, C_6^1, C_7^H, C_7, C_8, C_9$	C_8^H	C_{11}	C_4^2, C_5^B, C_{10}^B	C_5^H, C_7^B
Mn	C_6^H, C_6^1, C_6^3	C_4, C_4^2, C_5^{2B}	C_6^B, C_{10}^B	C_2^1, C_5, C_5^B, C_9	$C_1, C_2, C_6, C_7^H, C_8^H, C_8, C_{11}$	C_7, C_7^B	C_5^H
Ni	$C_6, C_6^1, C_6^3, C_7, C_8,$	C_2^1, C_6^H	$C_1, C_4, C_5^{2B}, C_8^H, C_9, C_{10}^B$	$C_2, C_6^B, C_7^H, C_{11}$	C_5, C_7^B	C_4^2, C_5^B	C_5^H
Hg	C_5^{2B}	C_6^3, C_7	$C_4, C_5, C_6^B, C_7^H, C_8^H, C_{10}^B$	$C_1, C_2^1, C_4^2, C_5^B, C_6^1, C_7^B$	C_6^H, C_6, C_8	C_2, C_{11}	C_5^H, C_9
Pb	$C_5^H, C_5^{2B}, C_6^H, C_6^3$	$C_4, C_6^B, C_6^1, C_7, C_{10}^B$	C_2, C_2^1, C_6, C_8	C_1, C_5, C_9	C_4^2, C_7^H, C_{11}	C_5^B, C_7^B	C_8^H
F	C_2^1, C_6^B	C_2, C_4^2, C_6	C_1, C_5, C_6^1, C_7^H	C_9, C_{10}^B, C_{11}	$C_4, C_5^B, C_5^{2B}, C_6^H, C_6^3, C_7, C_8^H, C_8$	C_7^B	C_5^H
Cr	C_4^2	$C_4, C_5^B, C_5^{2B}, C_6^H$	$C_6, C_6^B, C_6^3, C_7^H, C_{10}^B$	C_5, C_7, C_7^B, C_{11}	C_1, C_2^1, C_8^H, C_8	C_2, C_6^1, C_9	C_5^H
V	C_5^{2B}, C_6^H, C_7	C_8^H	C_5, C_6, C_6^3, C_{11}	$C_4, C_5^B, C_6^B, C_8, C_{10}^B$	C_1, C_5^H, C_6^1, C_7^H	C_2, C_7^B, C_9	C_2^1, C_4^2

співпадають із зонами підвищеної тріщинуватості, що генетично пов'язані з деякими розривними порушеннями і їх перетинами. Це дозволяє інтерпретувати накопичення їх основної частини у вугільному пласті c_5 , з врахуванням раніш сформульованих у роботі висновків, як кумуляцію на постседиментаційному етапі формування вугленосної товщі. Берилій є єдиним елементом з усіх ТіПТЕ, переважно пов'язаним з органічною складовою вугільних пластів. Просторове збільшення його вмісту відбувається у напрямку від Українського кристалічного щита. Це дозволяє інтерпретувати накопичення основної частини Ве у вугільному пласті c_5 , з врахуванням раніш сформульованих у роботі висновків, як кумуляцію цього елемента органічною речовиною палеоторфяника. Всі потенційно токсичні елементи (Co, Ni, Pb, Cr, V і Mn), а також фтор збільшують свій вміст в південно-західному напрямку. Це зумовлено міграцією цих елементів та їх сполук з південного заходу на північний схід, від Українського кристалічного щита в напрямку центральної частини Донецького басейну.

ВИСНОВКИ

Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, в якій вирішено актуальне наукове завдання – встановлення особливостей розподілу ТіПТЕ у вугільних пластах Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району Донбасу. Проведені дослідження дозволили сформулювати основні висновки, які визначають наукове і практичне значення роботи:

1. Вперше встановлені закономірності розподілу ТіПТЕ між органічною та мінеральною складовою, а також між основними фракціями мінеральної частини вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району і визначені «ряди спорідненості» цих елементів відносно органічної частини вугільних пластів, а також щодо сульфідної, силікатної та карбонатної фракцій мінеральної частини вугільних пластів району, що полягають у наступному:

– «ряд спорідненості» ТіПТЕ відносно органічної складової вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району має вигляд:

$Be \gg V, Co, Ni > Pb, Cr, As, Hg, Mn \gg F$

– «ряд спорідненості» ТіПТЕ відносно сульфідної фракції мінеральної частини вугільних пластів району має вигляд:

$Hg, As \gg Pb, Ni, Co > V, Cr, Mn, F \gg Be$

– «ряд спорідненості» ТіПТЕ відносно силікатної фракції мінеральної частини вугільних пластів району має вигляд:

$F \gg V, Mn > Cr, Pb, Hg, Ni, Co, As \gg Be$

– «ряд спорідненості» ТіПТЕ відносно карбонатної фракції мінеральної частини вугільних пластів району має вигляд:

$Mn \gg F > Pb, Ni, V, Hg, Co, Cr, As \gg Be$

Встановлені закономірності дозволяють прогнозувати вміст ТіПТЕ у продуктах і відходах вуглезбагачення та розробляти технології збагачення вугілля з урахуванням вмісту цих елементів.

2. Вперше визначено склад геохімічних асоціацій ТіПТЕ по основних робочих пластах, як окремих шахт, так і по району в цілому. Так ТіПТЕ утворюють наступні геохімічні асоціації:

	– по пласту с ₈ ^H шахти «Дніпровська»
Hg – As,	Pb – Ni – Co – V – Cr – Mn;
	– по пласту с ₈ ^B шахти «Дніпровська»
Hg – As,	Pb – Ni – Co – V – Cr – Mn;
	– по пласту с ₁₀ ^B шахти «Дніпровська»
Hg – As,	Pb – Ni – Co – V – Cr – Mn;
	– по пласту с ₆ ^H шахти «Тернівська»
Hg – As,	Be – F – Hg – Mn, Pb – Ni;
	– по пласту с ₈ ^B шахти «Західно-Донбаська»
Hg – As,	Pb – Ni – Co – V – Cr – Mn;
	– по пласту с ₁ шахти «Благодатна»
Hg – As,	F – Hg, Pb – Ni – Co – V – Cr – Mn;
	– по пласту с ₅ шахти «Благодатна»
Hg – As,	F – Ni – V – Cr, Pb – Ni – Co – V – Cr – Mn;
	– по пласту с ₈ ^H шахти «Благодатна»
Hg – As,	Pb – Ni – Co – V – Cr – Mn;
	– по пласту с ₄ шахти «Самарська»
Hg – As – Be – Mn – F,	Ni – Co – Cr – Mn;
	– по пласту с ₄ ² шахти «ім. М.І. Сташкова»
Hg – As – Pb,	Ni – Co – Cr – V, F – Mn;
	– по пласту с ₁₀ ^B шахти «ім. М.І. Сташкова»
Hg – As,	Pb – Ni – Co – V – Cr – Mn;
	– в цілому по основних робочих пластах району:
Hg – As,	Pb – Ni – Co – V – Cr – Mn.

Розраховані рівняння регресії між окремими ТіПТЕ, які входять до геохімічних асоціацій, дозволяють прогнозувати вміст одного з них відносно вмісту іншого.

3. Вперше доведено, що берилій є єдиним елементом з усіх ТіПТЕ, який переважно пов'язаний з органічною складовою вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району.

4. Вперше доведено, що спільна концентрація Co, Ni, Pb, Cr, V і Mn у вугільних пластах району з утворенням геохімічної асоціації зумовлена їх спільним накопиченням в приконтартових ділянках вугільних пластів (як в покрівлі, так і в підшві) з формуванням своєрідних зон збагачення потужністю 0,15 - 0,2 м. Це дає змогу, за потреби, розробляти технологічні заходи, спрямовані на зменшення вмісту цих елементів у продуктах вуглевидобутку.

5. Побудовані прогнозні карти розповсюдження ТіПТЕ в основних робочих вугільних пластах на ділянках діючих шахт Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району дозволили уточнити існуючі уявлення про варіативність вмісту ТіПТЕ в основних робочих вугільних пластах, як по площі, так і у розрізі вугленосної товщі району, що в свою чергу дозволяє планувати техніко-технологічні заходи, спрямовані на зменшення вмісту ТіПТЕ у гірничій масі, що видобувається шахтами.

6. Розраховані рівняння регресії між потужністю вугільних пластів, вмістом сірки загальної і зольністю вугілля та вмістом ТіПТЕ дозволяють прогнозувати

концентрацію цих елементів у вугільних пластах Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району.

7. Вперше встановлена можливість визначення зон підвищеної тріщинуватості вуглепородного масиву за вмістом Hg і As у вугільних пластах, яка підтверджена отриманням патентів України № 124527 «Спосіб визначення зон тріщинуватості по вмісту ртуті у вуглепородному масиві» та № 124528 «Спосіб визначення зон тріщинуватості по вмісту миш'яку у вуглепородному масиві», дозволяє прогнозувати гірничо-геологічні умови ведення гірничих робіт.

8. Вперше розроблена класифікація основних вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району за вмістом TiPTE дозволяє довгостроково планувати заходи, спрямовані на зменшення TiPTE у продуктах вуглевидобутку.

Отримані результати мають важливе значення при вирішенні наукових та практичних завдань. Системний та комплексний підхід до оцінки вмісту цих елементів у вугільних пластах підвищує рівень обґрунтованості шляхів його ефективного прогнозу, що сприяє покращенню рівня екологічної безпеки України і її сталого розвитку.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у фахових наукових виданнях України

1. Ишков В.В. Новые данные о распределении токсичных и потенциально токсичных элементов в угле пласта c_6^H шахты «Терновская» Павлоград-Петропавловского геолого-промышленного района / В.В. Ишков, **Е.С. Козий** // Збірник наукових праць НГУ. – 2013. – № 41. – С. 201–208. *(особистий внесок – побудова карт, розрахунок рівнянь регресії, встановлення рядів спорідненості TiPTE з органічною частиною вугільного пласта та геохімічних асоціацій)*

2. Ishkov V.V. Definite peculiarities of toxic and potentially toxic elements distribution in coal seams of Pavlograd-Petropavlovka region // V.V. Ishkov, **E.S.Koziy**, A.L. Lozovoi // Збірник наукових праць НГУ. – 2013. – № 42. – С.18-23. *(особистий внесок – збір фактичного матеріалу, геологічна інтерпретація результатів аналізу)*

3. Ишков В.В. О распределении золы, серы, марганца в угле пласта c_4 шахты «Самарская» Павлоград-Петропавловского геолого-промышленного района // В.В. Ишков, **Е.С. Козий** // Збірник наукових праць НГУ. – 2014.–№ 44. – С. 178-186. *(особистий внесок – побудова карт, статистична обробка фактичного матеріалу)*

4. Ишков В.В. О классификации угольных пластов по содержанию токсичных элементов с помощью кластерного анализа // В.В. Ишков, **Е.С. Козий** // Збірник наукових праць НГУ. – 2014. – № 45. – С. 209 – 221. *(особистий внесок – порівняльний аналіз результатів кластерного аналізу різних методів)*

5. **Козій Є.С.** Особенности розподілу токсичных і потенційно токсичных элементов у вугіллі пласта c_{10}^B шахты «Сташкова» Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району // Збірник наукових праць «Геотехнічна механіка». – 2017. – № 132. – С. 157 – 172.

6. Ишков В.В. Про розподіл токсичных і потенційно токсичных элементов у вугіллі пласта c_{10}^B шахты «Дніпровська» Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району Донбасу / В.В. Ишков, **Є.С. Козій** // Збірник наукових праць

«Геотехнічна механіка». – 2017. – № 133. – С. 213–227. *(особистий внесок – побудова карт, регресійний аналіз, встановлення геохімічних асоціацій ТiПТЕ та висновки)*

7. **Козій Є.С.** Класифікація вугілля основних робочих пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району по вмісту токсичних і потенційно токсичних елементів / **Є.С. Козій**, В.В. Ішков // Збірник наукових праць «Геотехнічна механіка». – 2018. – № 136. – С. 74 – 86. *(особистий внесок – розробка класифікації вугільних пластів по вмісту ТiПТЕ)*

**Статті у фахових наукових виданнях України,
що входять до міжнародних наукометричних баз**

8. Ішков В.В. Про розподіл токсичних і потенційно токсичних елементів у вугіллі пласта c_7^H шахти «Павлоградська» Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району / В.В. Ішков, **Є.С. Козій** // Вісник Київського національного університету. Геологія. 2017. – № 79. – С. 59 – 66. *(особистий внесок – на основі спільних аналітичних робіт написана основна частина статті і зроблені всі висновки)*

9. **Козій Є.С.** Миш'як, берилій, фтор і ртуть у вугіллі пласта c_8^B шахти «Дніпровська» Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району // Вісник Дніпропетровського університету. Геологія-Географія. 2018. – № 26 (1). – С. 113 – 120.

Авторські свідоцтва і патенти

10. Патент № 124527, Україна, МПК G01V 9/00 Спосіб визначення зон тріщинуватості по вмісту ртуті у вуглепородному масиві / П.С. Пащенко, В.В. Ішков, **Є.С. Козій** (Україна); заявник і патентоволодар Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України – u 2017 11366; заявл. 20.11.2017; опубл. 10.04.2018; пріоритет від 10.04.2018, Бюл. №7. – 5 с. *(особистий внесок – порівняльний аналіз розташування зон підвищеної тріщинуватості та особливостей розподілу ртуті у вугільних пластах)*

11. Патент № 124528, Україна, МПК G01V 9/00 Спосіб визначення зон тріщинуватості по вмісту миш'яку у вуглепородному масиві / П.С. Пащенко, В.В. Ішков, **Є.С. Козій** (Україна); заявник і патентоволодар Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України – u 2017 11370; заявл. 20.11.2017; опубл. 10.04.2018; пріоритет від 10.04.2018, Бюл. №7. – 5 с. *(особистий внесок – порівняльний аналіз розташування зон підвищеної тріщинуватості та особливостей розподілу миш'яку у вугільних пластах)*

**Тези доповідей та матеріали конференцій,
на яких були апробовані результати дисертації**

12. **Козій Е.С.** Среднесрочный прогноз содержания токсичных элементов в добываемой угольными шахтами горной массе / **Е.С. Козий**, В.В. Ишков, И.И. Курмелев // Матеріали міжнародної конференції «Прикладные задачи математики в механике, экономике, экологии». 19-23 жовтня 2010 року – Севастополь. – 2010. – С. 103–104.

13. Слепченко Д.Ю. Некоторые особенности угленакопления пласта c_8^H по результатам исследований элементов-примесей в угле / Д.Ю. Слепченко, **Е.С. Козий**, В.А. Терентьев // Матеріали міжнародної конференції «Географія,

геоекологія, геологія: досвід наукових досліджень». 11-14 травня 2010 року. – Дніпропетровськ. – 2010. – С. 94.

14. Ишков В.В. Особенности распределения свинца в угольных пластах Красноармейского геолого-промышленного района Донбасса / В.В. Ишков, Д.В. Приходченко, **Е.С. Козий** // Матеріали міжнародної конференції «Форум гірників». 21-23 жовтня 2010 року. – Дніпропетровськ. – 2010. – С. 34–42.

15. **Козий Е.С.** О свинце в углях Красноармейского геолого-промышленного района Донбасса / **Е.С. Козий**, В.А. Терентьев // Матеріали міжнародної конференції «Географія, геоекологія, геологія: досвід наукових досліджень». 2011 року – Дніпропетровськ. – 2011. – С. 23–24.

16. Ишков В.В. О распределении токсичных и потенциально-токсичных элементов в угле пласта c_6^H шахты «Терновская» Павлоград-Петропавловского геолого-промышленного района / В.В. Ишков, **Е.С. Козий** // Матеріали міжнародної конференції «Форум гірників». 2-5 жовтня 2013 року – Дніпропетровськ. – 2013. – С. 49–55.

17. Ишков В.В. О распределении As, Hg, Be, F и Mn в угле пласта c_4 шахты «Самарская» Павлоград-Петропавловского геолого-промышленного района / В.В. Ишков, **Е.С. Козий** // Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Молодь, наука та інновації» – Дніпро: ДВНЗ «Національний гірничий університет», 2016. – С. 12–13.

18. **Koziy E.S.** About distribution of Co, Ni, Pb, Cr and V in coal layer c_4 of mine «Samarskaya» of Pavlograd-Petropavlovsk geological and industrial district / Materials of the International Forum for Students and Young Researchers «Widening our horizons». – Dnipro: SHEI «NМУ», 2017. – P. 64.

19. Ишков В.В. Про розподіл токсичних і потенційно токсичних елементів у вугіллі пласта c_7^H шахти «Павлоградська» Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району / В.В. Ишков, **Є.С. Козій** // Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Наукова весна». – Дніпро: ДВНЗ «Національний гірничий університет», 2017. – С. 2–3.

20. **Козій Є.С.** Розподіл токсичних елементів по пласту c_8^B шахти Західно-Донбаська Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району / **Є.С. Козій**, В.В. Ишков // Матеріали міжнародної конференції «Форум гірників». 04-05 жовтня 2017 року – Дніпро: ДВНЗ «Національний гірничий університет», 2017. – С. 265–275.

21. **Козий Е.С.** Токсичные элементы в угле пласта c_1 шахты «Благодатная» Павлоградско-Петропавловского геолого-промышленного района Донбасса / **Е.С. Козий**, В.В. Ишков // Конференція молодих вчених «Геотехнічні проблеми розробки родовищ». – Дніпро: ІГТМ НАН України, 2017.

22. **Козій Є.С.** Токсичні елементи у вугіллі пласта c_5 шахти «Благодатна» Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району // Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Молодь, наука та інновації». – Дніпро: НТУ «Дніпровська політехніка», 2017. – Т.8 – С. 6–8.

23. **Козій Є.С.** Миш'як, берилій, ртуть і фтор у вугіллі пласта c_4^2 шахти ім. М.І. Стаскова (Західний Донбас) // Матеріали Всеукраїнської науково-

практичної конференції «Сучасна геологічна наука і практика в дослідженнях студентів і молодих фахівців». – Кривий Ріг, 2018. – С. 118–126.

24. **Козій Є.С.** Двофакторний дисперсійний аналіз при вивченні токсичних і потенційно токсичних елементів у вугільних пластах Павлоградсько-Петропавлівського району // Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Наукова весна». – Дніпро: НТУ «Дніпровська політехніка», 2018. – Т.8 – С. 11–12.

25. **Koziy E.S.** Two-factor dispersion analysis in the study of toxic elements on an example of arsenic and mercury in the coal layer c_6^H of the mine "Ternovska" / Materials of the International Forum for Students and Young Researchers «Widening our horizons». – Dnipro: NTU «DP», 2018. – P. 30–31.

26. **Козій Є.С.** Розподіл токсичних і потенційно токсичних елементів в мінеральній частині вугілля Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району / **Є.С. Козій**, В.В. Ішков // Збірник матеріалів наукової конференції «Сучасні проблеми літології осадових басейнів України і суміжних територій» до 100-річчя Національної академії наук України. – Київ: ІГН НАН України, 2018. – С. 35.

27. **Козій Є.С.** Особливості розподілу токсичних і потенційно токсичних елементів в основних вугільних пластах по розрізу Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району Донбасу / **Є.С. Козій**, В.В. Ішков // Матеріали міжнародної конференції «Форум гірників» – 2018. - міжнар. конф.- 10-13 жовтня 2018 р. – Дніпро. – 2018. – С. 194–203.

28. **Козій Є.С.** Класифікація вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району по вмісту токсичних і потенційно токсичних елементів // Конференція молодих вчених «Геотехнічні проблеми розробки родовищ». – Дніпро: ІГТМ НАН України, 2018.

АНОТАЦІЯ

Козій Є.С. Токсичні та потенційно токсичні елементи у вугільних пластах Павлоградсько - Петропавлівського геолого - промислового району. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата геологічних наук (доктора філософії) за спеціальністю 04.00.01 – загальна та регіональна геологія (103 Науки про Землю). – Інститут геологічних наук НАН України, Київ, 2019.

Дисертаційну роботу присвячено виявленню особливостей і встановленню закономірностей в розподілі токсичних і потенційно токсичних елементів (далі ТіПТЕ) у вугільних пластах Павлоградсько - Петропавлівського геолого-промислового району Донбасу.

За результатами виконаних досліджень встановлені закономірності розподілу ТіПТЕ між органічною та мінеральною складовою, а також між основними фракціями мінеральної частини вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району і визначені «ряди спорідненості» цих елементів відносно органічної частини вугільних пластів, а також щодо сульфідної, силікатної та карбонатної фракцій мінеральної частини вугільних пластів району. Вперше

визначено склад геохімічних асоціацій ТiПТЕ по основних робочих пластах, як окремих шахт, так і по району в цілому.

З метою виявлення особливостей просторового розподілу ТiПТЕ в основних робочих вугільних пластах на ділянках діючих шахт Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району були побудовані прогнозні карти розповсюдження ТiПТЕ. Вони є основою для довгострокового прогнозу концентрацій ТiПТЕ у гірничій масі, що видобувається шахтами і направлені на мінімізацію екологічних збитків від роботи гірничодобувних підприємств, а також підприємств теплоенергетики.

Вперше розроблена класифікація основних вугільних пластів за вмістом ТiПТЕ.

Ключові слова: токсичні і потенційно токсичні елементи, геохімічні асоціації, органічна і мінеральна складова вугільних пластів, фракції мінеральної частини вугільних пластів, зона тріщинуватості.

АННОТАЦИЯ

Козий Е.С. Токсичные и потенциально токсичные элементы в угольных пластах Павлоградско - Петропавловского геолого-промышленного района. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата геологических наук (доктора философии) по специальности 04.00.01 – общая и региональная геология (103 Науки о Земле). – Институт геологических наук НАН Украины, Киев, 2019.

Диссертационная работа посвящена выявлению особенностей и установлению закономерностей в распределении токсичных и потенциально токсичных элементов (далее ТиПТЭ) в угольных пластах Павлоградско-Петропавловского геолого-промышленного района Донбасса.

Согласно нормативным документам Государственной комиссии Украины по запасам полезных ископаемых (ГКЗ) к токсичным и потенциально токсичным элементам в угле относятся - мышьяк, бериллий, ртуть, фтор (токсичные элементы) и кобальт, марганец, никель, свинец, хром, ванадий (потенциально токсичные элементы). Согласно «Инструкции по изучению токсичных компонентов при разведке угольных и сланцевых месторождений» оценка токсичных элементов в угле проводится на всех стадиях геологоразведочных работ, полученные данные согласно «Инструкции о содержании, оформлении и порядке представления в ГКЗ Украины материалов по геолого-экономической оценке запасов угля и горючих сланцев» направляются в ГКЗ.

По результатам выполненных исследований установлены закономерности распределения ТиПТЭ между органической и минеральной составляющей, а также между основными фракциями минеральной части угольных пластов Павлоградско-Петропавловского геолого-промышленного района и определены «ряды сродства» этих элементов к органической части угольных пластов, а также относительно сульфидной, силикатной и карбонатной фракций минеральной части угольных пластов района. Доказано, что в целом по району с сульфидной фракцией минеральной части угольных пластов преимущественно связаны, кроме токсичных

элементов Hg и As, такие потенциально токсичные элементы, как Pb, Ni и Co. С силикатной фракцией преимущественно связаны F, V, Mn, Cr и только Mn, F преимущественно связаны с карбонатной фракцией. Бериллий является единственным элементом, который не накапливается ни в одной из выделенных фракций минеральной части угольных пластов, из всех ТиПТЭ только он преимущественно связан с органической составляющей угольных пластов.

Впервые определен состав геохимических ассоциаций ТиПТЭ по основным рабочим пластам, как отдельных шахт, так и по району в целом. Полученные результаты позволили выделить две устойчивые геохимические ассоциации между этими элементами. Ассоциация «мышьяк - ртуть» связана с содержанием серы общей. Она обусловлена генетической связью этих элементов с сульфидной минерализацией зон повышенной трещиноватости тектонической природы. Это дало возможность разработать методики прогноза положения зон повышенной трещиноватости по содержанию Hg и As в угольных пластах, которые приведены автором в патентах Украины №124527 і №124528. Ассоциация «кобальт - никель - свинец - хром - ванадий - марганец» связана с зонами обогащения этими элементами приконтактных участков угольных пластов (как в кровле, так и в почве) мощностью 0,15 - 0,2 м. Обогащение происходило, вероятнее всего, за счет интегрального влияния адсорбционного и окислительно-восстановительного геохимических барьеров.

Рассчитанные уравнения регрессии между входящими в ассоциации ТиПТЭ, мощностью, содержанием серы общей и зольностью позволяют прогнозировать концентрацию этих элементов в угольных пластах Павлоградско-Петропавловского геолого-промышленного района. Такой прогноз может быть научно-методической основой для технологических решений, направленных на снижение содержания ТиПТЭ в продуктах и отходах угледобычи.

С целью максимальной визуализации особенностей пространственного распределения ТиПТЭ в основных рабочих угольных пластах на участках действующих шахт Павлоградско-Петропавловского геолого-промышленного района были построены прогнозные карты распространения этих элементов. Они являются основой для долгосрочного прогноза концентраций ТиПТЭ в добываемой шахтами горной массе и направлены на минимизацию экологического ущерба от работы горнодобывающих предприятий, а также предприятий теплоэнергетики.

Для выявления особенностей распределения ТиПТЭ в разрезе геолого-промышленного района были построены графики их средневзвешенных содержаний. Изменение концентрации ТиПТЭ в угольных пластах района в стратиграфическом разрезе имеет сложнопериодический характер с тенденцией повышения содержания As, Co, Pb, F, Cr в верхней группе, а Be, Mn, Hg, Ni и V в нижней группе пластов, что отражает смену палеогеографических условий их накопления.

Полученные результаты позволили уточнить существующие представления о вариативности содержания ТиПТЭ в основных рабочих угольных пластах, как по площади, так и в разрезе угленосной толщи района, что в свою очередь позволяет планировать технологические мероприятия, направленные на уменьшение их содержания в горной массе, добываемой шахтами.

Впервые разработана классификация основных угольных пластов района по содержанию ТiПТЭ. Она дает возможность выполнить долгосрочный прогноз их содержания в добываемой горной массе и планировать мероприятия, направленные на снижение этих элементов в продуктах и отходах угледобычи.

Таким образом, полученные результаты имеют важное значение при решении научных и практических задач. Установление закономерностей распределения токсичных и потенциально токсичных элементов в угольных пластах Павлоградско - Петропавловского геолого-промышленного района Донбасса расширяет современные представления о геохимии этих элементов в угольных пластах в целом. Системный и комплексный подход к оценке содержания этих элементов в угольных пластах повышает уровень обоснованности путей его эффективного прогноза, что способствует повышению уровня экологической безопасности Украины и ее устойчивого развития.

Ключевые слова: токсичные и потенциально токсичные элементы, геохимические ассоциации, органическая и минеральная составляющая угольных пластов, фракции минеральной части угольных пластов, зона трещиноватости.

ABSTRACT

Koziy Ye.S. Toxic and potentially toxic elements in coal seams of Pavlohrad - Petropavlivka geological and industrial area. – Manuscript.

Thesis for the degree of a Candidate of Geological Sciences (Ph.D.) in specialism area 04.00.01 – General and Regional Geology (103 – Earth Sciences). – Institute of Geological Sciences of National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, 2019.

The thesis concerns the analysis of features and determination of regularities in the distribution of toxic and potentially toxic elements (further TPTEs) in coal seams of Pavlohrad - Petropavlivka geological and industrial area of Donbas.

According to the results of the research, regularities of distribution of TPTEs among organic and mineral components as well as among the basic fractions of the mineral part of the coal seams of Pavlohrad - Petropavlivka geological and industrial area have determined; moreover, and the "range of affinity" of the elements have identified for the organic part of the coal seams as well as for sulfide, silicate and carbonate fractions of the mineral part of the coal seams within the area. For the first time, composition of geochemical associations of TPTEs for the basic working seams in certain mines and in the region in general, has been defined.

To identify the features of the spatial distribution of TPTEs within the basic working coal seams at the sites of the operating mines of the Pavlohrad-Petropavlivka geological and industrial area, forecast maps of the TPTEs spreading have been were generated. They are the basis for the long-term forecast of TPTEs concentrations in mined rock from mines and aimed at minimizing environmental damage from the activities of mining companies as well as companies of heat power industry. For the first time, the classification of the main coal seams according to the content of TPTEs has been developed.

Keywords: toxic and potentially toxic elements, geochemical associations, organic and mineral composition of coal seams, fractions of the mineral part of coal seams, fractured zone.