

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Кафедра _____
(інститут)
Природничих наук та технологій
(факультет)
Геології і розвідки родовищ корисних копалин
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеня _____ бакалавра
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студента _____ Циби Аліни Сергіївни
(ПІБ)
академічної групи _____ 103-17-1
(шифр)
спеціальності _____ 103 Науки про Землю
(код і назва спеціальності)
за освітньо-професійною програмою _____ «Геологія»
(офіційна назва)
на тему _____ Особливості впливу локальних факторів на розподіл деяких
_____ малих елементів у вугільних пластах Донбасу
(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Ішков В. В.			
розділів:				
Загальний	Ішков В. В.			
Спеціальний	Ішков В. В.			
Рецензент				
Нормоконтролер	Хоменко Н.В.			

Дніпро
2021

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри

Геології і розвідки родовищ
корисних копалин
 (повна назва)
Савчук В.С.
 (підпис) (прізвище, ініціали)

«03» травня 2021 року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеня бакалавра
 (бакалавра, спеціаліста, магістра)

студенту Циба А.С. академічної групи 103-17-1
 (прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 103 Науки про Землю

за освітньо-професійною програмою «Геологія»
 (за наявності)

на тему Особливості впливу локальних факторів на розподіл деяких
малих елементів у вугільних пластах Донбасу

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 19.05.2021 № 273-с

Розділ	Зміст	Термін виконання
Загальний	Огляд літературних джерел щодо мінеральної частини вугілля	03.05.21-20.05.21
Спеціальний	Методика досліджень	20.05.21-05.06.21
	Аналіз впливу локальних факторів на розподіл деяких малих елементів у вугільних пластах Донбасу	05.06.21-15.06.21

Завдання видано _____
 (підпис керівника)

Ішков В.В.
 (прізвище, ініціали)

Дата видачі 03.05.2021

Дата подання до екзаменаційної комісії

15.06.2021

Прийнято до виконання _____
 (підпис студента)

Циба А.С.
 (прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 50 с., 2 табл., 12 рис., 3 додатки, 12 джерел.

ЛОКАЛЬНІ ФАКТОРИ, ВУГІЛЬНИЙ ПЛАСТ, МАЛІ ЕЛЕМЕНТИ,
ЗОЛЬНІСТЬ ВУГІЛЛЯ, ДОНБАС, ТЕКТОНІЧНІ ПОРУШЕННЯ, SURFER

Предмет дослідження – малі елементи.

Об'єкт дослідження – вугільні пласти Донбасу.

Мета роботи – встановлення особливостей впливу локальних факторів на розподіл деяких малих елементів у вугільних пластах Донбасу.

Методи дослідження – аналіз та узагальнення літературних джерел і матеріалів геологорозвідувальних робіт. Систематизація фактичних даних та їх кореляційний і регресійний аналіз, геолого-математичне моделювання, побудова карт на основі обчислення геохімічних даних методами математичного моделювання та аналізу просторових даних.

Результати та їх новизна – встановлені основні особливості впливу локальних факторів на розподіл деяких малих елементів у вугільних пластах Донбасу.

Взаємозв'язок з іншими роботами - продовження наукової діяльності кафедри геології і розвідки родовищ корисних копалин Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» в сфері вивчення вугільних родовищ.

Сфера застосування цих результатів полягає у прогнозуванні впливу локальних факторів на розподіл малих елементів у вугільних пластах Донбасу.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ЩОДО МІНЕРАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ ВУГІЛЛЯ.....	6
2 МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ.....	21
3 АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЛОКАЛЬНИХ ФАКТОРІВ НА РОЗПОДІЛ ДЕЯКИХ МАЛИХ ЕЛЕМЕНТІВ У ВУГІЛЬНИХ ПЛАСТАХ ДОНБАСУ	23
3.1 Особливості впливу будови вугільного пласта на розподіл малих елементів в його розрізі на прикладі вуглефільних елементів (ванадію і берилію)	23
3.2 Особливості впливу зольності вугілля пластів Донбасу на розподіл малих елементів.....	26
3.2.1 Зольність вугілля.....	26
3.2.2 Вплив зольності вугілля пластів Донбасу на розподіл малих елементів	29
3.3 Вплив тектонічних порушень на розподіл малих елементів у вугільних пластах Донбасу	40
ВИСНОВКИ	44
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	47
Додаток А Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи	48
Додаток Б Відгук керівника кваліфікаційної роботи	49
Додаток В Рецензія	50

ВСТУП

Завдання розширення мінерально-сировинної бази, як основи існування виробничої і соціальної сфери держави важливі для всіх країн, але особливо - для країн з економікою, що розвивається, до яких відноситься Україна, і особливо в період світових економічних криз, одна з яких зараз відбувається.

Актуальність кваліфікаційної роботи зумовлена тим, що малі елементи у вугіллі вивчаються з метою встановлення можливості їх попутного вилучення і господарського використання, а так само при оцінці значення цих елементів як токсичних, технологічно шкідливих або корисних компонентів, зокрема як мікроелементів корисних або шкідливих при використанні золи вугілля в сільському господарстві.

Предмет дослідження – малі елементи.

Об'єкт дослідження – вугільні пласти Донбасу.

Мета роботи – встановлення особливостей впливу локальних факторів на розподіл деяких малих елементів у вугільних пластах Донбасу.

Завдання роботи:

- 1) вивчити особливості умов формування та розподілу мінеральної частини вугільних пластів Донбасу;
- 2) встановити особливості впливу локальних факторів на розподіл деяких малих елементів у вугільних пластах Донбасу.

Методичною основою досліджень був збір, дослідження, аналіз і узагальнення геолого-геохімічних даних, що характеризують особливості будови, зольності і вмісту малих елементів у вугільних пластах Донбасу.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ЩОДО МІНЕРАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ ВУГІЛЛЯ

Поняття «мінеральна частина вугілля» охоплює всі елементи, що містяться в твердих горючих копалин, за винятком вуглецю, водню, кисню та азоту, які складають основну масу органічних речовин в каустобіолітах. Відмінною особливістю твердих горючих копалин в порівнянні з нафтою і газом є значно більші маси неорганічних сполук, які супроводжують органічні речовини. Тому при розробці будь-яких способів видобутку або використання твердих горючих копалин необхідно враховувати присутність в них сполук мінеральних компонентів [1].

Найчастіше мінеральні домішки вугілля складаються на 95% із з'єднань кремнію, алюмінію, заліза, кальцію і магнію, калію і натрію (таблиця 1.1) [1]. Решта 5% припадають на частку сполук ванадію, цинку, титану, марганцю, розсіяних, рідкісних елементів і ін. В деякому вугіллі концентрація цих та їм подібних з'єднань виявляється настільки високою, що дозволяє розглядати мінеральні домішки вугілля як джерело сировини для попутного їх вилучення [2].

У мінеральних речовинах твердого палива знайдені багато рідкісні і розсіяні елементи. У вугіллі міститься до 30 рідкісних елементів (берилій, бор, скандій, ітрій, паладій, радій, платина та ін.) У вугільній золі відбувається природне накопичення деяких з них (германій, берилій, миш'як, галій та ін.), в наслідок чого їх вміст у багато разів (10 - 100) більше, ніж в земній корі. У таблиці 1.2 наведено оброблені і систематизовані Юдовичем [3] дані багатьох досліджень з визначення вмісту мікроелементів в золі бурого і кам'яного вугілля різних родовищ світу. Коефіцієнти збагачення підраховані по відношенню до кларкового вмісту того чи іншого мікроелементу в земній корі [3].

Таблиця 1.1 – Найтипівіші мінеральні домішки у вугіллі [1]

Елементи	Мінерали	Формула
кремній	кварц	SiO_2
	глинисті мінерали	$n\text{SiO}_2 \cdot m\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot p\text{H}_2\text{O}$
	силікати	$n\text{SiO}_2 \cdot m\text{MeO} \cdot p\text{H}_2\text{O}$
алюміній	глинисті мінерали	$\text{SiO}_2 \cdot m\text{Al}_2\text{O}_3$
залізо	пірит	FeS_2
	марказит	FeS_2
	гідроксиди заліза	$\text{FeO}(\text{OH}),$ $n\text{FeO}(\text{OH}) \cdot p\text{H}_2\text{O}$
	сидерит	FeCO_3
кальцій і магній	кальцит	CaCO_3
	магнезит	MgCO_3
	доломіт	$\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$
	гіпс	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
калій і натрій	сильвін	KCl
	галіт	NaCl

Мінеральні речовини постійно присутні у всіх твердих горючих копалинах, причому визначення їх кількості та складу має велике наукове і практичне значення. Складність складу мінеральних речовин, що містяться у вугіллі, а також відмінність форм їх зв'язку з органічною масою вугілля, викликає великі труднощі безпосереднього аналітичного визначення власне мінеральних речовин в незміненому стані. Тому про вміст мінеральних речовин у вугіллі (М) доводиться зазвичай судити побічно, за кількістю золи (A^d), що залишається після спалювання проб вугілля при вільному доступі кисню повітря і представляє собою продукт повного окислення і термічних перетворень мінеральних компонентів вугілля. В результаті спалювання вугілля органічна маса його видаляється у вигляді окислів (CO і CO_2), а

мінеральні речовини зазнають глибокі перетворення, пов'язані в більшості випадків з втратою у вазі [4, 5].

Таблиця 1.2 – Вміст і коефіцієнти збагачення деяких мікроелементів у золі бурого і кам'яного вугілля [3]

Елемент	Вміст г/т		Коефіцієнти збагачення мікроелементів	
	максимальний	середній	максимальний	середній
Li	5000	825	100	18
Be	1000	300	238	72
B	20000	4400	1538	334
P	13300	3000	15	3
Sc	150	42	12	3
Ti	50000	9200	11	2
V	44000	500	489	6
Cr	1000	70	9	0,6
Mn	15000	755	15	0,76
Zn	16000	1226	200	15
Ga	10000	83	400	3
Ge	10000	60	5000	30
As	2300	465	1150	231
Br	700	60	389	3
Rb	1100	157	4	0,6
Sr	20000	1500	57	4
Zr	4000	1530	24	9
Nb	150	66	8	3
Sn	1500	54	47	2
Sb	400	120	1333	400
Cs	111	32	11	3
Ba	60000	1740	91	3

У твердих горючих копалин виявлені практично всі елементи періодичної системи Д. І. Менделєєва. Однак їх концентрації змінюються в дуже широких межах - як менше, так і значно більше кларка. Тому доцільно, застосовуючи принцип, запропонований ще В.І. Вернадським, розділити їх на наступні групи, що відрізняються значеннями концентрації елементів в вугіллі [6].

1. Головні елементи - вміст їх в вугіллі перевищує 0,1% або 1000 г/т (в зарубіжних джерелах частіше застосовується одиниця «частина на мільйон частин» - прт). До цих елементів відносять сірку, кремній, алюміній, залізо, магній, натрій, калій, титан, кальцій. Перераховані вище елементи називають макрокомпонентами мінеральної частини або, за винятком сірки, основними золоутворюючими елементами, так як вони утворюють основну масу золи (залишку після окислення твердого палива в певних умовах).

2. Малі елементи - вміст їх в вугіллі не перевищує 1000 г/т. Цю групу прийнято поділяти ще на три підгрупи: Власне малі елементи - вміст коливається від 1000 до 10 г/т. До них відносяться бор, фтор, фосфор, хлор, іноді титан, ванадій, хром, марганець, нікель, мідь, цинк, миш'як, свинець, барій, цирконій. Рідкісні елементи - вміст їх найчастіше становить від 0,1 до 10 г/т вугілля. До цих елементів відносять літій, берилій, скандій, кобальт, галій, германій, селен, стронцій, бром, рубідій, ітрій, ніобій, молібден, кадмій, олово, сурму, йод, цезій, лантан, вольфрам, вісмут, уран, ітербій. Ультрарідкі елементи - їх вміст не перевищує 0,1 г / т вугілля. До цих елементів відносяться золото, срібло, індій, реній, ртуть, іридій, платину [7].

Малі елементи вивчаються з метою встановлення можливості їх попутного вилучення і народногосподарського використання, а так само при оцінці значення цих елементів як токсичних, технологічно шкідливих або корисних компонентів, зокрема як мікроелементів корисних або шкідливих при використанні золи вугілля в сільському господарстві.

Цінні компоненти. Промислове значення в твердих горючих копалин в даний час мають германій і уран. Запаси цих елементів при вмісті, відповідних до кондицій, підраховуються і затверджуються в установленому порядку. Одночасно, при необхідності (за наявності та спільному витяганні з германієм або ураном) підраховуються запаси галію, свинцю, цинку, молібдену, силену. Є передумови для виявлення підвищених (потенційно придатних для вилучення) концентрації золота, срібла і платиноїдів, ванадію, хрому, нікелю (в комплексі), вольфраму, бору, ртуті. Ці елементи розглядаються як потенційно цінні [3].

Токсичними (з позицій створення при спалюванні твердого палива небезпечних концентрацій в атмосфері, водах і ґрунтах) в даний час вважаються сірка, ртуть, миш'як, берилій, фтор при концентраціях вище граничних. Ці ж елементи, а так же свинець, ванадій, нікель, кобальт, хром і марганець при концентраціях нижче граничних, відносяться до потенційно токсичних[8].

Як правило, мінеральна речовина твердих горючих копалин являє собою полімінеральну систему, склад (якісний і кількісний) якої може сильно відрізнятися для різних родовищ і навіть для окремих пластів одного родовища. У мінеральному речовині виявлено понад 50 мінералів (алюмосилікати, кварц, карбонати, оксиди, сульфати, сульфіді, фосфати, хлориди). Однак практичне значення мають не більше 6 - 7 мінералів, так як вміст інших зазвичай не вище 1% [9].

Коротко розглянемо особливості основних мінералів твердих горючих копалин.

Кварц. Кварц зазвичай міститься у вугіллі в кількості 2-5%. Велика частина кварцу має теригенне походження і зустрічається у вигляді дрібних зерен різного ступеня окатаності. Халцедон утворює виділення неправильної форми, які при схрещених призмах Ніколя виявляють радіально-променисту, поперечно-волокнисту будову, а також мають форму віялоподібних пучків.

Епігенетичній кварц і халцедон, очевидно, утворюються за рахунок раскрісталізації кремнекислоти, що виділяється при каолінізації алюмосилікатів. Для утворень халцедону і кварцу характерна наявність включень (ксенолітів) вугільної речовини.

Алюмосилікати. З алюмосилікатів найбільш поширені глинисті мінерали, польові шпати і в деякому вугіллі - вулканічне скло. Надзвичайна різноманітність глинистих мінералів, що складають глини, ускладнює визначення точного мінералогічного типу мінералу. Але рішення цієї складної задачі найчастіше не потрібно для практичних цілей. Для прогнозування поведінки глин в тих чи інших технологічних процесах переробки вугілля досить лише встановити мінерали, які відносяться до групи що домінує у суміші. Прийнято розрізняти каолініти, гідрослюди і монтморилоніти. У твердих горючих копалин і інших осадових породах зустрічаються так само мінерали, що представляють собою не механічну суміш гідрослюд і монтморилонітів, а так звані змішано-шарові різновиди цих груп. Кожна з цих груп має свої, досить специфічними властивостями, особливо по відношенню до води. Будучи щільними фізичними тілами, породи, розмокають у воді дещо по-іншому, ніж чисті мінерали [7].

Сульфіди. Сульфіди присутні в твердих горючих копалин переважно у вигляді піриту, рідко марказиту і мають зазвичай як сингенетичне так епігенетичні походження. У твердих горючих копалинах пірит знаходиться в вигляді конкрецій різної форми, і розмірів (від часткою мм до 1 м), пластових тіл, псевдоморфоз по органічним компонентам, прожилків і нальотів по тріщинам різного походження, а також і в розсіяному вигляді. Найбільшою мірою поширені високодисперсні включення піриту (<100 або <40 мкм), що тісно пов'язані з органічною речовиною. Дисульфіди заліза стійкі у водних розчинах лугів і кислот, які не є окислювачами, і їх розкладання досягається окисленням головним чином водою, киснем повітря

(при температурах $>200^{\circ}\text{C}$), а також відновленням або термічною дисоціацією [8].

Карбонати. Карбонатні породи широко поширені в земній корі і представляють собою зазвичай осадові утворення, на 50% і більше складені переважно кальцитом і доломітом. Крім цього, карбонати представлені в твердих горючих копалин сидеритом, рідко анкеритом і мають епігенетичне походження. Карбонати (при їх значному вмісті) можуть бути визначені в вугіллі досить легко по реакції на 5% соляну кислоту [9].

Оксиди, фосфати, хлориди та інші сполуки. Мінерали цієї групи представлені в основному оксидами кремнію, заліза, алюмінію, фосфатом кальцію і хлоридами калію і кальцію.

З'єднання фосфору у торфу, як і в інших осадових породах, на 95% представлені апатитом. Досить ефективно виявлення апатиту якісною реакцією з розчином молібдату амонію в азотній кислоті. Вже при вмісті 0,01% P_2O_5 через 1-2 хвилини після обробки мінералу на ньому з'являються окремі жовті крупинки [9].

Сірка. Сірка зазвичай присутній в вугіллі при концентраціях, в цілому істотно перевершують кларк, але варіюються в широких межах для торфів різних родовищ (від 0,1 до 10-15%). Сірка в основному зосереджена у вигляді FeS_2 - піриту (марказиту) [9].

У твердих горючих копалинах, ймовірно, немає індивідуальних сіркоорганічних з'єднань. Поняттям органічна сірка (S_o) визначають сумарну кількість сірки, хімічно приєднаної до органічній речовині різними типами зв'язків, при цьому передбачається присутність сульфідних, дісульфідних, бістіоефірних, тіофенів, тіофанних угруповань. Ці зв'язки дуже стійкі у водних розчинах (кислих і лужних) і руйнуються лише при термообробці (в окислювальному або відновлювальних середовищах). Одночасно відбувається, як правило, деструкція вуглецевих зв'язків.

Залізо. Залізо внаслідок особливостей умов утворення твердих палив представлено в основному сполуками Fe (2+), найчастіше це дисульфіди і сидерит. Тільки в зонах окислення виявлені помітні кількості з'єднань Fe (3+), головним чином сульфату. Вміст заліза в алюмосилікатних мінералах зазвичай становить <3% (в перерахунку на Fe₂O₃), тому алюмосилікатна форма може переважати над іншими формами сполук заліза тільки при знаходженні Fe₂O₃ (в золі) менше 2% [10].

У вугіллі присутні органомінеральні сполуки заліза, точніше, його комплексні гумати.

Кальцій і магній. Кальцій і магній містяться у вигляді органомінеральних сполук (гуматів), карбонатів, сульфатів, алюмосилікатів. Як правило, вміст магнію істотно менше, ніж кальцію. При цьому чим більше концентрація кальцію в зразку, тим менше співвідношення MgO: CaO, тобто вміст кальцію в твердих горючих копалин змінюється в більш широких межах, ніж магнію. Підвищеною концентрацією кальцію (CaO > 10%) характеризуються тверді горючі копалини найнижчих стадій метаморфізму [3].

У торфі, а також вугіллі з підвищеним вмістом кальцію і, ймовірно, магнію їх основними сполуками є гумати. Однією з основних властивостей гумату кальцію є можливість обміну його на інші катіони, що супроводжується переходом кальцію у розчин. «Обмінні» властивості також залежать від будови гуматних з'єднань.

Повне вилуговування кальцію з усіх гуматів спостерігається тільки при дії 5-10% сильних кислот, і на відміну від карбонатів при цьому не виділяється CO₂. Якщо кальцій і магній істотно не вилуговується 5-10% соляною кислотою і вміст CaO + MgO (в розрахунку на золу) <10%, то вважається що вони зосереджені головним чином у вигляді алюмосилікатів. Вміст сульфатних сполук кальцію і магнію зазвичай незначно і може підвищуватися в зонах окислення [11].

Натрій і калій. Натрій і калій містяться в твердих горючих копалин більшості родовищ в концентраціях $<0,2\%$ або 1 - 3% (в розрахунку на золу). У твердих горючих копалин із середнім (або зниженим) вмістом натрію і калію їх основними сполуками є алюмосилікати з характерним співвідношенням $K:Na = 2:2,1$. Однак в твердих горючих копалин з підвищеним вмістом лужних металів співвідношення $K:Na$ істотно менше, ніж для алюмосилікатів, і алюмосилікати не можуть бути основними видами з'єднань принаймні для натрію. В подібних твердих горючих копалинах лужні метали можуть міститися головним чином у вигляді хлоридів або гуматів. Не виключено також присутність невеликої кількості карбонатів і сульфатів натрію і калію [3].

Золото. Золото у вугіллі в своїй основній масі приурочено до органічної речовини. На даний час залишається неясним питання, в якій формі воно сконцентроване в органічній масі: у вигляді металоорганічних комплексів або в тонкодисперсній мінеральній фазі, що не витягається при збагаченні.

Очевидно, що на ранніх стадіях накопичення в торфі і бурому вугіллі переважна частина золота концентрується в гумусових кислотах і, можливо, в лігніну в вигляді міцних з'єднань. У процесі уніфікації гумусові кислоти змінюються, втрачаючи в значній мірі реакційні групи, що повинно призводити до вивільнення частини металу і відкладення його у вигляді власних мінеральних фаз [11].

Срібло. Срібло накопичується як в органічній, так і в мінеральній речовині вугілля. Зола вугілля легких фракцій суттєво збагачена сріблом в порівнянні з золами важких фракцій. Балансові розрахунки показують, що у фракціях $<1,5$ г/см в обох випадках зосереджено понад 70% Ag. Отже, легкі фракції є основним носієм срібла.

Зв'язок елемента з органічною речовиною на ранніх стадіях вуглеутворення можна оцінити за результатами аналіз групового складу вугілля. Встановлено, що в золі гумінових і фульвокислот з вугілля вміст Ag

досягає 59,2 г/т, тоді як в золі негідролізуемого залишку 0,92-3,4 г/т. У перерахунку на вихідну речовину це становить 0,47 г/т і 0,079 - 0,29 г/т відповідно. Встановлено, що гумінові кислоти є носієм і основним концентратором срібла на стадії торфоутворення [12].

Проведені раніше дослідження показали, що в стадію торфоутворення і на ранніх етапах вуглефікації основна маса срібла зосереджена в гумусових кислотах у вигляді міцних комплексних гуматів. У бурому і кам'яному вугіллі Ag знаходиться в декількох формах: в складі органічних сполук і в мінеральних фазах: у сульфідах, в самородній формі і у вигляді домішок в інших мінералах.

Скандій. Незважаючи на відносну простоту аналітичних методів визначення скандію і порівняно високий кларк цього елемента, форми його знаходження в торфу до сих пір в достатній мірі не вивчені. Порівняно нечисленні дані щодо розподілу скандію у фракціях торфу різної щільності, дані про його розподіл в груповому складі, уривчасті відомості про вміст у окремих мінералах і мацералах вугілля не дозволяють сформувати цілісну картину його концентрування у торфу [7].

Аналітичний огляд літературних джерел виконаних раніше досліджень показав, що на ранніх стадіях вуглеутворюючого процесу в нізко- та середньозольних торфах і бурому вугіллі основна маса Sc пов'язана з органічною речовиною. Основним носієм і концентратором Sc є гумусові кислоти. В процесі вуглефікації його форма знаходження змінюється. Він входить до складу силікатів, алюмосилікатів, фосфатів, алюмофосфату і, можливо, утворює власні мінеральні форми.

Тантал і ніобій. Проведений аналіз опублікованих матеріалів про форми знаходження Ta й Nb у вугіллі дозволяє зробити висновок про відсутність переконливих даних, що дозволяють оцінити роль органічної і мінеральної речовини в накопиченні цих елементів [4].

Ймовірно, основна маса цих металів накопичується в складі оксидів металорганічних комплексів, на руйнуються концентрованими HF і HCl. Найбільш імовірною формою знаходження Ta й Nb можна вважати оксиди титану (рутил, лейкоксен, анатаз), які встановлені при електронно-мікроскопічних дослідженнях [5].

Таким чином, накопичення Ta й Nb у вугіллі пов'язано як з мінеральною, так і з органічною його речовиною. На стадії седиментогенезу і діагенезу у малозольному торфі і бурому вугіллі основна маса танталу і ніобію концентрується в органічній речовині, переважно в складі гумусових кислот. У зольному вугіллі при кларковому вмісті цих металів може переважати їх мінеральна форма. В процесі вугільного метаморфізму зростає роль мінеральних форм в накопиченні як Ta, так і Nb. Основна маса цих елементів у «зрілому» кам'яному вугіллі міститься в оксидах або, можливо, у вигляді металоорганічних комплексів. Алюмосилікатні і розчинні в HF силікатні мінерали не грають суттєвої ролі в накопиченні Ta й Nb вугіллі.

Цирконій і гафній. Основною формою їх знаходження в вугіллі, на думку більшості дослідників, є циркон, який може бути присутнім в вугіллі як у вигляді кластогенних, так і аутигенних мінералів. Доведено, аутигенним вважаються циркони, встановлені в порах інертніта [8].

Аналіз щодо нечисленних публікацій, в яких в тій чи іншій мірі розглядаються форми знаходження цирконію і гафнію в торфу, дозволяє припускати існування як мінеральної, так і органічної форми їх концентрування. Залишається неясним питання співвідношення цих форм у різному вугіллі. Здається ймовірним зміна форм знаходження елементів в процесі вуглефікації, що пов'язане зі зміною структури органічної речовини [2].

Проведені раніше дослідження показали, що накопичення Zr і Hf у вугіллі обумовлено як мінеральною, так і органічною складовими речовини вугілля. На ранніх стадіях вуглеутворюючого процесу в період

седіментогенезу і діагенезу основна маса Zr і Hf у малозольному торфі, бурому вугіллі і лігніту міститься в органічній речовині у вигляді міцних комплексів з гумусовими кислотами. В кам'яному вугіллі середніх стадій метаморфізму значна частина Zr і Hf концентрується в цирконі. Інші мінерали, розчинні в концентрованих HCl і HF (силікати, алюмосилікати та ін.) не грають суттєвої ролі в накопиченні цих елементів. Отже, в процесі вуглеутворення відбувається зміна форми знаходження елементів. У торфі, бурому вугіллі і лігніту істотно переважає органічна форма знаходження Zr і Hf, а в кам'яному вугіллі – мінеральна [1].

Рубідій і цезій. Аналіз виконаних досліджень показав, що на ранніх стадіях вугленакопичення основна маса Rb і Cs міститься в йоннообмінній формі, що витягується до фракції водорозчинних речовин. В істотно меншій кількості в Rb і Cs накопичуються у вигляді міцних комплексних сполук в гумусових кислотах і в нерозчинному залишку. У малозольному вугіллі роль власних мінеральних форм в накопиченні цих елементів другорядна [3].

Германій. З підвищенням ступеня метаморфізму вугілля вміст у ньому германію поступово знижується, що пов'язано зі зміною молекулярної структури вугілля. Накопичення германію у вугіллі може відбуватися декількома шляхами:

- 1) в результаті життєдіяльності рослин;
- 2) надходження з поверхневими розчинами в період вуглеутворення.

Однак основні промислові скупчення германію утворилися в період торфонакопичення в результаті взаємодії органічної речовини з водними розчинами, які надійшли в торфовище.

Торій. Вугілля (або їх золи), збагачені цим елементом, відомі в Україні, Росії, Болгарії, Туреччині, Південній Африці, США та Канаді. Вважається, що будучи радіоактивним елементом, торій в вугіллі проте не становить серйозної екологічної загрози [2].

Геохімія торію в вугіллі вивчена ще не достатньо. Оpubліковані матеріали за формами знаходження Th у торфу свідчать про переважання його мінеральних форм [11]. Відзначено, що основним концентратором Th у торфу є монацит. У менших кількостях він присутній в ксенотімі, апатиту і цирконі [9]. Однак такі прості схеми розподілу Th вимагають пояснення фактів його аномального накопичення в низько- і середньозольному вугіллі, а також у торфу. У золах окремих родовищ вугілля і торфу вміст торію може досягати 100 -300 г/т.

Основними концентраторами Th в вугіллі є гумусові кислоти і залишкові фракції, що складаються з негідролізуемого залишку і мінеральної речовини. Частка Th, яка припадає на залишкову фракцію, становить близько 30%, змінюючись від 20,9 до 46,1%. Найбільший вихід металу в цю фракцію характерний для малозольного верхового торфу. Отже, на стадії торфонакопичення роль мінеральної форми знаходження Th істотно поступається ролі органічної речовини.

Важлива роль гумусових кислот в накопиченні Th відзначається аж до остаточного їх перетворення в нерозчинні в ThOH комплекси. Про це свідчить надзвичайно високий його вміст в залишкових гумусових кислотах. Вихід гумінових речовин тут становить лише 0,6%, але вміст торію в них досягає 30,8 г/т, що при їх зольності близько 1% перевищує 300 г/т золи. Тому, незважаючи на низький вихід гумінових речовин, на них припадає 28,5% від сумарного вмісту торію у пробі [3]. Таким чином, концентратором торію в торфі і бурому вугіллі є гумусові кислоти. В процесі вуглефікації відбувається зміна форми знаходження торію з утворенням його власних мінеральних фаз. Основними мінералами-концентраторами торію в кам'яному вугіллі є рідкоземельні фосфати і інші акцесорних мінерали.

Уран. Форми знаходження урану і умови його концентрування в вугіллі і торфу вивчені краще, ніж більшості інших рідкісних елементів.

Результати дослідження вугілля свідчать, що навіть в пробах з вкрай низьким вмістом урану (0,09-0,36 г/т) кластогенна речовина має другорядне значення в його концентруванні. Подальше накопичення цього елемента і в процесі еволюції вугільного пласта може бути обумовлено тільки інфільтрогенними та дифузійними процесами, в основі яких лежить сорбційне концентрування металу [4].

Наближено оцінити тип мінеральної речовини і його роль в накопиченні урану можна з використанням методів хімічної демінералізації вугілля і за допомогою радіографічних методів досліджень.

Питання про мінеральні речовини і золи твердих горючих копалин пов'язаний з їх практичним використанням. Ці речовини - баласт, що зменшує горючу масу. При використанні вугілля в енергетиці мінеральні домішки знижують його тепловий ефект за рахунок зменшення горючої маси, а також внаслідок витрати тепла для їх нагрівання, розкладання і шлакування. Великі труднощі викликає і видалення шлаку що утворився. Крім того, в золі завжди залишається деяка кількість незгорілого вугілля. Коли вугілля використовується для отримання коксу, вся кількість золи концентрується у коксі і тому його зольність значно більше зольності вихідного вугілля. Для отримання чавуну необхідний кокс з найнижчою зольністю (10 - 11%) [6].

При цьому важливо знати не тільки загальний вміст мінеральних компонентів у вугіллі, а й їх хімічний склад. Наприклад, у доменному виробництві можна використовувати кокс з зольністю вище 10%, якщо до складу золи входять в великих кількостях деякі оксиди, які відіграють роль руди або флюсів: оксиди заліза, кальцію, магнію та ін. [1].

Різноманіття вугілля і особливості складу їх мінеральної частини дозволяють створити ряд оригінальних напрямків комплексного використання неорганічної частини твердих горючих копалин: для отримання рідкісних і розсіяних елементів; для отримання глинозему з

мінеральної частини відходів вугледобувних та вуглепереробних підприємств; у виробництві будівельних матеріалів і безпосередньо в будівництві [3].

Висновки за розділом.

Відмінною особливістю твердих горючих копалин в порівнянні з нафтою і газом є значно більші маси неорганічних сполук, які супроводжують органічні речовини. Найчастіше мінеральні домішки вугілля складаються на 95% із з'єднань кремнію, алюмінію, заліза, кальцію і магнію, калію і натрію. У мінеральних речовинах твердого палива знайдені багато рідкісних і розсіяних елементів. Таким чином, у вугіллі міститься до 30 рідкісних елементів (берилій, бор, скандій, ітрій, паладій, радій, платина та ін.). Причому у вугільній золі відбувається природне накопичення деяких з них (германій, берилій, миш'як, галій та ін.), внаслідок чого їх вміст становить у багато разів (10 - 100) більше, ніж в земній корі.

Складність складу мінеральних речовин, що містяться у вугіллі, а також відмінність форм їх зв'язку з органічною масою вугілля, викликає великі труднощі безпосереднього аналітичного визначення власне мінеральних речовин в незміненому стані. Тому про вміст мінеральних речовин у вугіллі доводиться зазвичай судити побічно, за кількістю його золи.

Малі елементи вивчаються з метою встановлення можливості їх попутного вилучення і господарського використання, а так само при оцінці значення цих елементів як токсичних, технологічно шкідливих або корисних компонентів, зокрема як мікроелементів корисних або шкідливих при використанні золи вугілля в сільському господарстві.

2 МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

Методичною основою досліджень був збір, дослідження, аналіз та узагальнення геологічних даних, що характеризують вплив локальних факторів на розподіл малих елементів у вугільних пластах Донбасу. При виконанні кваліфікаційної роботи з усієї сукупності локальних факторів що можуть суттєво впливати на розподіл деяких малих елементів у вугільних пластах Донбасу було обрано зольність вугілля, особливості будови вугільного пласту та їх тектонічну порушенність.

Для виконання завдання з аналізу особливостей впливу локальних факторів на розподіл деяких малих елементів у вугільних пластах Донбасу було використано геологічні, аналітичні, статистичні методи та методи геолого-математичного моделювання.

Були проаналізовані літературні джерела стосовно розподілу основних малих елементів та мінеральної складової твердих горючих копалин у торф'яних, буровугільних та кам'яновугільних родовищах світу, вплив мінеральної складової твердих горючих копалин (у першу чергу - вугілля) на напрямки його використання в господарській діяльності. Наведено вміст і коефіцієнти збагачення деяких мікроелементів у золі бурого і кам'яного вугілля родовищ різних країн світу та найтипівіші мінеральні домішки у вугіллі. Надана стисла характеристика основних компонентів мінеральної частини вугілля та малих елементів - домішок.

Для встановлення впливу зольності вугілля Донбасу, особливостей на розподіл малих елементів у вугільних пластах виконана систематизація фактичних геологорозвідувальних даних. Створена геоінформаційна база даних, яка вміщувала дані про зольність, особливості будови вугільних пластів, їх тектонічну порушенність, та вміст деяких малих елементів у вугільних пластах по площі усього басейну.

Для встановлення особливостей впливу зольності вугілля на вміст малих елементів було виконано кореляційний та регресійний аналіз цих показників. Для чого використовуючи спеціалізоване програмне забезпечення Statistica 11.6, розроблений компанією StatSoft, в якому реалізовані функції аналізу даних, управління даними, видобутку даних, візуалізації даних з залученням статистичних методів були розраховані коефіцієнти кореляції, рівняння регресії та побудовані графіки рівнянь регресії між досліджуваними параметрами.

Для встановлення особливостей впливу будови вугільних пластів на вміст деяких малих елементів було на прикладі конкретних пластів Донбасу розроблено та проаналізовано шість геолого-геохімічних моделей впливу будови вугільних пластів на вміст ванадію і берилію.

Для встановлення особливостей впливу тектонічної порушеності вугільних пластів на розподіл деяких малих елементів використано спеціалізоване програмне забезпечення для картування Golden Software Surfer [10], побудовані та проаналізовані карти ізоконцентрат розподілу ванадію по пластах c_6^1 , c_{11} і c_{13} шахти «Південно-Донбаська № 3 ім. М.С. Сургая» Південно-Донбаського геолого-промислового району. При цьому були використані методи переведення ненормованої сітки просторових даних в сітку з фіксованим шагом. Ці сітки були побудовані методами інтерполяції Kriging для побудови карт.

Висновок за розділом.

Побудовані моделі графіки рівнянь регресії між досліджуваними параметрами, моделі впливу будови вугільних пластів на вміст ванадію і берилію та карти ізоконцентрат розподілу ванадію по пластах c_6^1 , c_{11} і c_{13} шахти «Південнодонбаська № 3 ім. М.С. » дозволяють впевнено дослідити особливості впливу локальних факторів на розподіл деяких малих елементів у вугільних пластах Донбасу.

3 АНАЛІЗ ВЛИВУ ЛОКАЛЬНИХ ФАКТОРІВ НА РОЗПОДІЛ ДЕЯКИХ МАЛИХ ЕЛЕМЕНТІВ У ВУГІЛЬНИХ ПЛАСТАХ ДОНБАСУ

3.1 Особливості впливу будови вугільного пласта на розподіл малих елементів в його розрізі на прикладі вуглефільних елементів (ванадію і берилію)

Вугільні пласти Донбасу нерідко мають зони збагачення малими елементами біля ґрунту, покрівлі та внутрішньопластових породних прошарків (партінгів, як їх називають в англомовній літературі). У цих зонах вміст цих елементів може на 1-2 порядки перевищувати той, що спостерігається в центральних пачках пласта. Потужність «контактних зон» становить в середньому 0,15 м при звичайних коливаннях 0,05-0,2 м. Малопотужні пласти майже завжди є більш багатими на вуглефільні мікроелементи, ніж потужні - внаслідок більшого внеску у валовий вміст контактних зон (рисунок 3.1, рисунок 3.2).

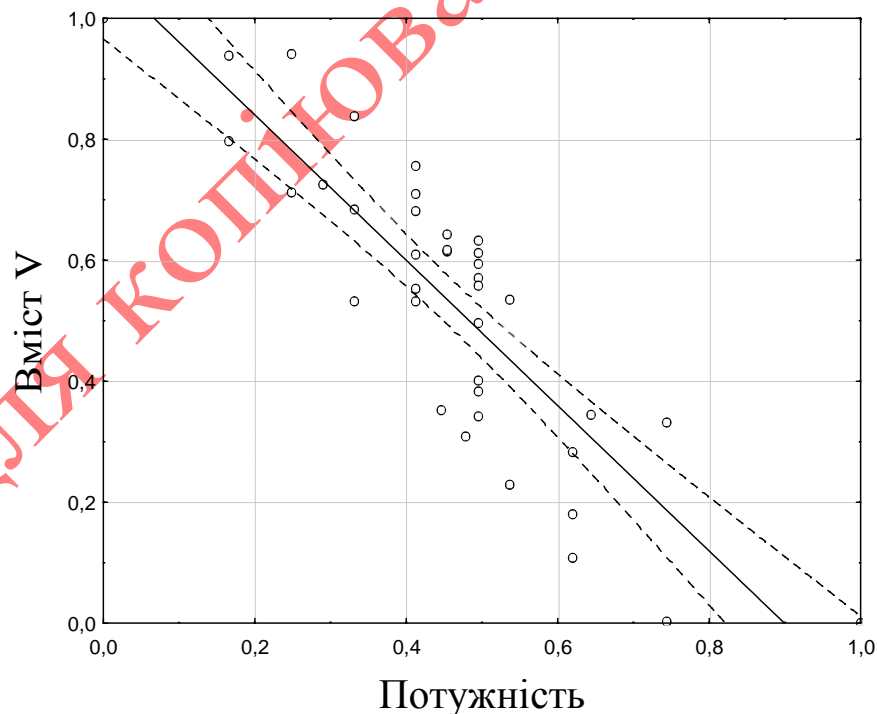


Рисунок 3.1 – Графік рівняння регресії між нормованими значеннями вмісту ванадію і потужністю вугільного пласта c_1 шахти «Благодатна»

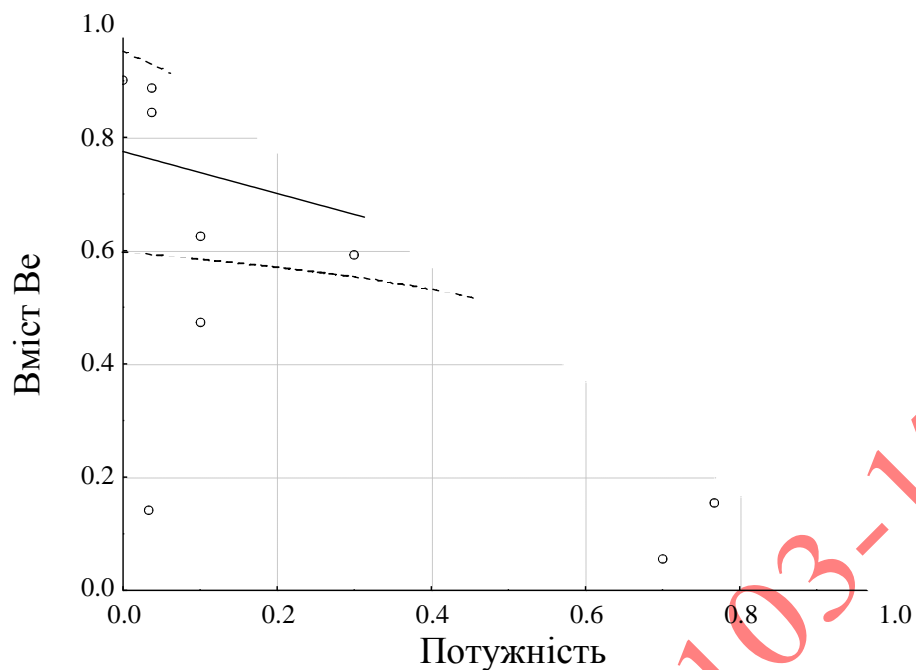


Рисунок 3.2 – Графік рівняння регресії між нормованими значеннями вмісту берилію і потужністю вугільного пласту k_5 шахти «Капітальна»

Найбільш ймовірно, що збагачення контактних зон (в усякому разі пригрунтового) починається ще при торфонакопиченні, але безумовно що основний розвиток вони отримують при діагенезі та катагенезі. Передбачається, що повинен існувати зв'язок між складом порід ґрунту і покрівлі та особливостями збагачення елементами контактних зон.

Аналіз і узагальнення вивчених літературних джерел з розподілу малих елементів і в тому числі берилію в розрізі вугільних пластів Донбасу, дозволив розробити основні моделі впливу будови пласта на його вміст (рисунок 3.3).

Модель 1: однорідний по зольності і петрографічному складу вугільний пласт з однаковими породами в ґрунті й покрівлі. Ця модель проста і служить початковою для всіх останніх. Феномен контактного збагачення нічим не ускладнений, потужності контактних зон в ґрунті і покрівлі

приблизно однакові. Вміст германію у вугіллі приблизно пропорційний логарифму відстані проби від контакту з ґрунтом або покрівлею.

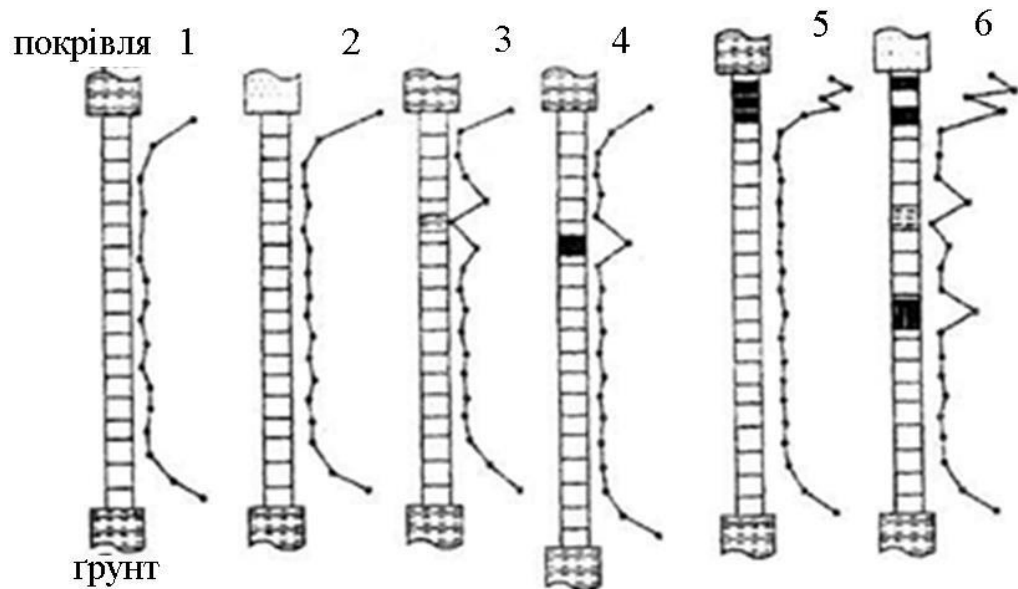


Рисунок 3.3 – Основні моделі впливу будови вугільного пласту на розподіл в його розрізі берилію

Модель 2: та ж, що і 1, але склад порід ґрунту і покрівлі не однакові (наприклад, покрівля піщана, а ґрунт глинистий). В цьому випадку можна чекати несиметричності контактного збагачення.

Модель 3: та ж, що і 1, але пласт містить породні прошарки (глинистий партінг), біля яких виникають додаткові (всередині пласта) контактні зони. Зазвичай вони тим потужніші, чим товщій партінг і, як правило, несиметричні - над партінгом виражені краще, ніж під ним.

Модель 4: та ж, що і 1, але пласт неоднорідний за петрографічним складом: в ньому є пачка блискучого малозольного вугілля з підвищеним вмістом берилію, що ускладнює берилієвий профіль «шумом» і не має відношення до положення проби у вертикальному розрізі вугільного пласта.

Модель 5: та ж, що і 1, але самі контактні зони неоднорідні. Наприклад, в прикровлевій зоні чергуються пачки вугілля різної зольності і різного петрографічного складу, який веде до ускладнення берилієвого профілю.

Модель 6: та ж, що і 1, але з огляду на розшарування вугільного пласта відбувається перерозподіл берилію в пригрунтовій зоні.

Феномен контактного збагачення вугільних пластів малими елементами у разі їх відношення до токсичних (наприклад берилій) і потенційно токсичних елементів може мати важливе практичне значення для планування та організації технічних заходів, які повинні бути спрямовані на зменшення негативного впливу вугледобувних підприємств і організацій теплоенергетики на загальний екологічний стан промислових регіонів України.

3.2 Особливості впливу зольності вугілля пластів Донбасу на розподіл малих елементів

3.2.1 Зольність вугілля

Мінеральна складова вугілля являє собою суміш різноманітних неорганічних речовин. У більшості випадків її основу складають силікати алюмінію, заліза, кальцію, магнію, натрію, калію, головним чином у вигляді глинистих мінералів, і кремнезем (кварц). У мінеральній частині вугілля часто зустрічаються дисульфід заліза (пірит і марказит), карбонати кальцію, магнію (кальцит, доломіт) і заліза (сидерит), сульфати кальцію (гіпс), заліза і алюмінію, оксиди заліза, кальцію, хлориди, а також сполуки рідкісних і розсіяних елементів. В особливу групу виділяють органомінеральні сполуки вугілля, наприклад, солі гумінових кислот, гумату.

За своїм походженням мінеральні складові речовини вугілля можна розділити на внутрішні і зовнішні. Внутрішні утворюються з мінеральної частини вихідних рослинних залишків і складаються переважно з оксидів

лужних і лужноземельних металів. У них відсутні оксиди алюмінію і дуже мало кремнезему [26]. Зовнішні складаються з мінеральних частинок, не пов'язаних з вихідними рослинами і привнесені у вугілля ззовні. За способом потрапляння в проби вугілля (видобуту шахтами гірську масу) зовнішні мінеральні домішки поділяються на первинні, вторинні і техногенні.

Первинні мінеральні домішки відносяться до принесених водою і вітром неорганічних матеріалів, відкладених в торфовищі одночасно з відмерлими рослинами. Ці неорганічні матеріали разом з мінеральними речовинами рослин брали участь у всіх стадіях вуглеутворення.

Вторинні мінеральні домішки утворилися від інфільтрації розчинних в підземних водах неорганічних солей, що проникають в тріщини, пори і між шарами вже сформованого пласта вугілля. Такі мінеральні речовини що інфільтруються, зустрічаються в тріщинах скорочення вітрону і клітинних порожнинах фюзену. Техногенні мінеральні домішки привносяться у добите вугілля з ґрунту, покрівлі та породних прошарків вугільних пластів.

Кількість таких мінеральних речовин залежить від умов залягання пластів вугілля в вуглевміщуючих породах і від способу їх видобутку. Ці мінеральні домішки найлегше можуть бути видалені з вугілля в процесах його сортування та збагачення. Складність складу мінеральної частини вугілля, а також різноманітність форм її зв'язку з органічною масою викликає значні труднощі аналітичного визначення мінеральних компонентів в незмінному стані. Таким чином, про вміст мінеральних речовин в вугіллі (M) доводиться найчастіше судити побічно за кількістю золи (Ad), що залишається після спалювання навішування палива при вільному доступі кисню повітря.

Отже, золою називається твердий продукт повного окислення і термохімічних перетворень мінеральної частини вугілля. В результаті спалювання палива видаляються його органічні речовини у вигляді

утворюються газоподібних оксидів, а мінеральні речовини зазнають глибокі перетворення переважно з втратою маси.

На підставі реакцій, що відбуваються в мінеральній масі при озоленні палива, можна зробити наступні загальні висновки:

1. В процесі спалювання палива і прожарювання залишку хімічний склад мінеральної маси значно змінюється, тому маса і склад золи ніколи не бувають рівні по своїй масі і складу мінеральних речовин вугілля.

2. Серед реакцій, що протікають в мінеральній масі при озоленні, переважають реакції розкладання, тому зольність палива завжди виходить трохи менше, ніж вміст мінеральної маси.

3. Кожна з наведених реакцій протікає на певних стадіях озолення палива, в певному інтервалі температур. Відповідно до цього маса і склад золи, отриманої при озоленні одного і того ж виду палива при різних температурах, наприклад, при 500, 800 і 1000° С, будуть відрізнятися один від одного.

Звідси випливає, що зольність - поняття умовне, так як маса і склад золи залежать в основному від умов його озолення і, перш за все, від його швидкості і кінцевої температури прожарювання. Для того щоб мати можливість порівнювати вугілля і продукти їх переробки по зольності, необхідно визначати цей найважливіший параметр якості в однакових (стандартних) умовах.

Суть стандартного методу полягає в повному спалюванні навішення палива (озоленні), прожаренні зольного залишку до постійної маси при $(815 \pm 10)^\circ \text{C}$ і визначенні маси утворилася золи. Метод може виконуватися двома способами, які відрізняються швидкістю озолення і, отже, загальною тривалістю аналізу: розрізняють повільне і прискорене озолення [26, с. 91].

В обох випадках зольність визначають з аналітичної проби палива, доведеної до повітряно-сухого стану. Маса наважки вугільного палива складає $1 \pm 0,1$ г.

3.2.2 Вплив зольності вугілля пластів Донбасу на розподіл малих елементів

Питання зв'язку вмісту малих елементів-домішок з зольністю вугілля завжди було в центрі уваги дослідників. Це викликано тим, що зольність - одна з найважливіших характеристик якості вугілля. Вона визначає можливість їх використання в різних сферах промисловості (енергетика, вуглехімія та ін.). До складу зол переходять практично всі мінеральні домішки вугілля, крім тих, які переходять при нагріванні в газоподібний стан і випаровуються разом з пайовими газами, а частина з них у вигляді пилу виносу. Аналіз літературних джерел свідчать, що хоча вміст багатьох малих елементів-домішок у вугіллі часто закономірно пов'язано з їх зольністю, тим не менше, ці закономірності вкрай складні - внаслідок полігенною природи самих золоутворюючих компонентів.

Відповідно до теорії вугільної геохімії Я.Е. Юдовіча [] неорганічна складова вугілля складається з умовних "віртуальних (генетичних) класів золи" або "віртуальних (генетичних) фракцій неорганічної речовини (НОР) вугілля". Їх виділення і обґрунтування дозволяють дослідникам інтерпретувати реально спостережувані (часто дуже складні) зв'язки геохімії вугілля з таким властивостями вугілля, як зольність, петрографічний склад, ступінь метаморфізму, гіпергенні зміни і, нарешті, положення вугілля в вертикальній колонці вугільного пласта. Всі ці фактори діють одночасно, а ми спостерігаємо тільки інтегральний результат - вміст того чи іншого малого елемента в даному зразку вугілля. Для того, щоб зрозуміти, як і за рахунок чого утворився цей вміст, і потрібні віртуальні (реально не

спостережувани) генетичні фракції. Всього таких фракцій виділено шість - шість віртуальних генетичних класів золи вугілля. Це біогенна зола рослин – вуглеутворювачів (Абіо.), седиментаційна (хемогенна) зола, що утворюється в деяких торфовищах (Ахем.), сорбційна зола - результат переважно сорбції розчиненої мінеральної речовини на органічній речовині торфу, бурого або кам'яного вугілля або на його мінеральної речовині (Асорб.), конкреційна зола (Аконкр.), що утворюється або при діагенезі з Асорб., або самостійно, кластогенна зола (Акласт.), що складається з уламкових теригенних або вулканогенних частинок, які потрапили в басейн торфонакопичення при транспортуванні водою тимчасових або постійних водних потоків, з атмосферними опадами або занесених вітром, інфільтраційна - інфільтраційна зола (Аінф.), що представлена епігенетичною мінералізацією по тріщинах вугілля (холодноводного або гідротермального походження). Біогенна і сорбційна зола, також дрібні класи конкреційної і хемогенної золи утворюють «внутрішню золу», яка не розкривається під час видобутку або дроблення при збагаченні вугілля. Решта класу утворюють так звану «зовнішню золу», яка при гравітаційному збагаченні залишається у важких фракціях вугілля.

Так у вугільній геохімії позначився своєрідний "парадокс зольності": наприклад, вміст елементів-домішок у вугільному пласті підвищується з його загальним збільшенням зольності, але нерідко зменшується у золі з конкретних проб вугілля цього ж пласту. Цей парадокс пов'язаний з недосконалістю двохкомпонентної моделі вугілля: "органічна речовина вугілля" - "мінеральна складова вугілля" при інтерпретації геохімічних даних про розподіл малих елементів у вугіллі.

Оскільки загальна зола вугілля представлена шістьма класами (біогенна зола, хемогенна, сорбційна, конкреційна, кластогенна і інфільтраційна), то конкретний хімічний елемент може входити в усі генетичні класи. Вміст

конкретного мікроелемента в вугіллі пласту має визначатися двома факторами: вмістом цього мікроелемента в кожному з «генетичних класів золи» і внесками кожного з «генетичних класів золи» у загальний обсяг золи вугілля.

Розглянемо особливості впливу зольності вугілля пластів Донбасу на розподіл малих елементів на прикладі Червоноармійського геолого-промислового району. Для цього було зібрано дані про середньозважену зольність та середньозважений вміст Hg, Be, Pb, Ni, Co, V, As та Cr по 42 шахтопластам району. Зібраний матеріал характеризує зольність і вміст цих елементів у вугіллі 42 пластів району що відносяться до свит C_1^4 (пласт d_4), C_2^1 (пласти f_1), C_2^2 (пласти $g_1, g_1^{2H}, g_1^2, g_1^4$), C_2^3 (пласти $h_1, h_4, h_5, h_6, h_8, h_{10}$, h_{10}^1), C_2^5 (пласти $k_3, k_5, k_5^B, k_6, k_7, k_7^2, k_8$), C_2^6 (пласти $l_1, l_1^B, l_2^1, l_3, l_3^B, l_4, l_4^B, l_5, l_5^1, l_5^H, l_5^B, l_5^1$) і C_2^7 (пласти $m_2, m_2^1, m_2^2, m_3^1, m_3^2, m_3^1, m_3^2$) нижнього і середнього відділів кам'яновугільного періоду. При виконанні кореляційного та регресійного аналізів були розраховані коефіцієнти кореляції, рівняння регресії та побудовані графіки рівнянь регресії між зольністю та вмістом цих елементів (рисунок 3.4, рисунок 3.5, рисунок 3.6, рисунок 3.7, рисунок 3.8, рисунок 3.9, рисунок 3.10, рисунок 3.11).

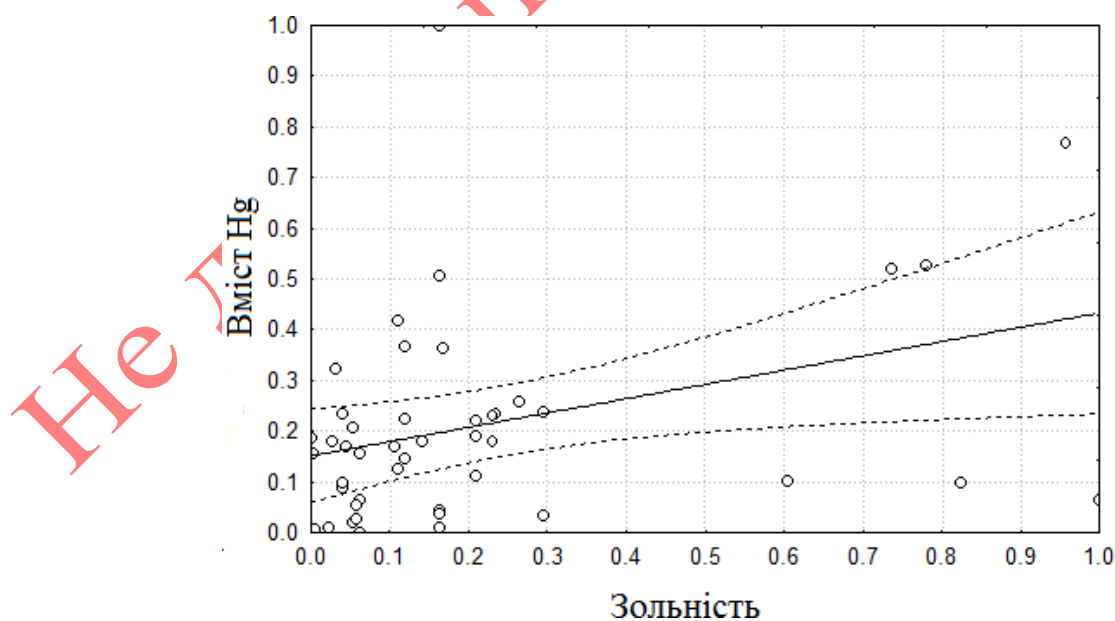


Рисунок 3.4 – Графік рівняння регресії між зольністю та вмістом Hg

Коефіцієнт кореляції зольністю та вмістом Hg становить 0,39. Рівняння регресії $Hg = 0.1512 + 0.28189 A^d$.

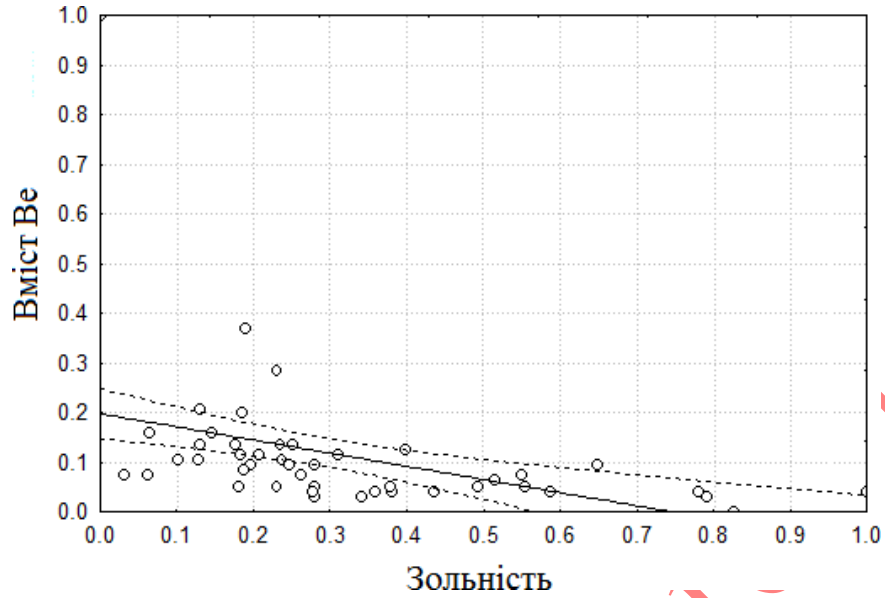


Рисунок 3.5 – Графік рівняння регресії між зольністю та вмістом Ве

Коефіцієнт кореляції зольністю та вмістом Ве становить -0,41. Рівняння регресії $Be = 0.19741 - 0.2654A^d$.

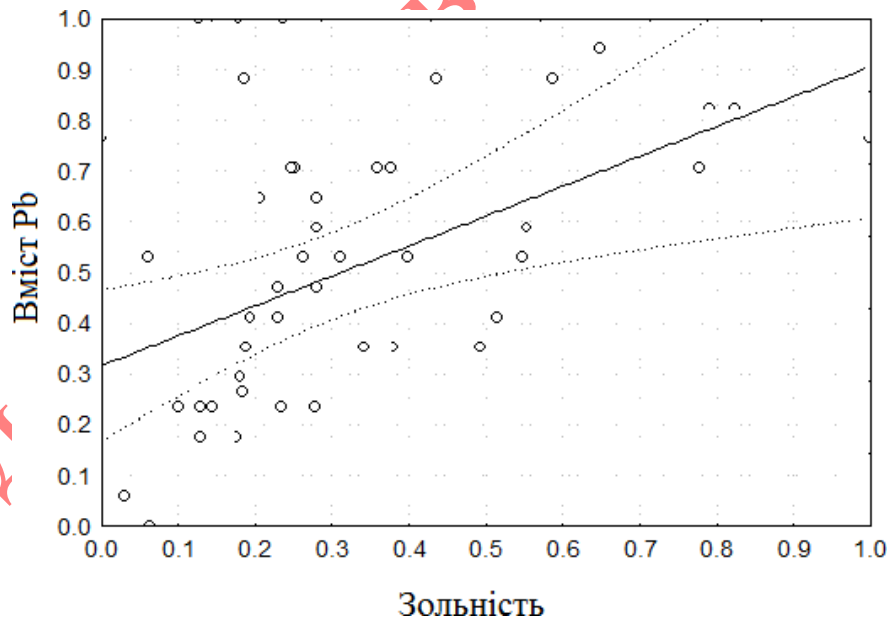


Рисунок 3.6 – Графік рівняння регресії між зольністю та вмістом Рв

Коефіцієнт кореляції зольністю та вмістом Pb становить 0,44. Рівняння регресії $Pb = 0.31642 + 0.5894A^d$.

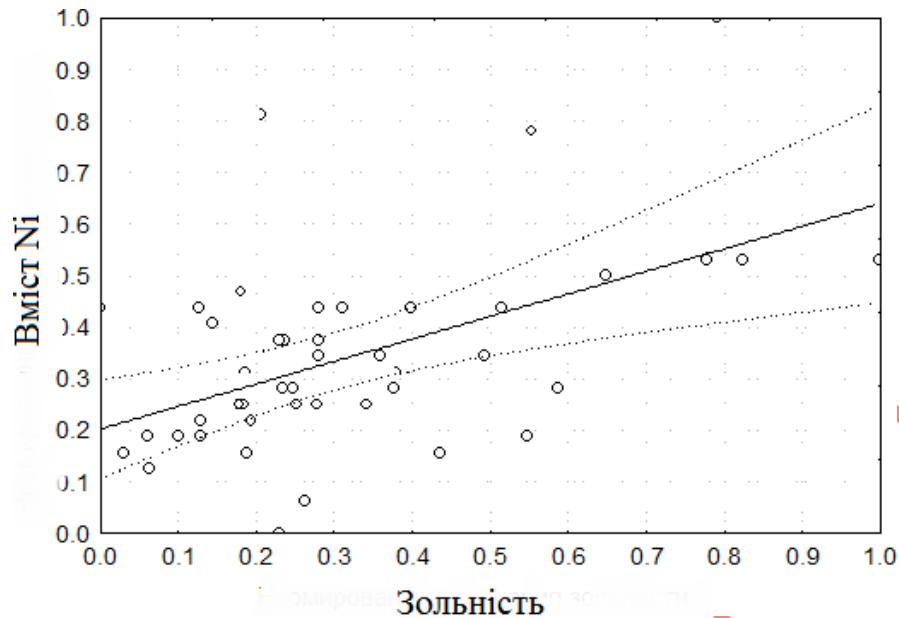


Рисунок 3.7 – Графік рівняння регресії між зольністю та вмістом Ni

Коефіцієнт кореляції зольністю та вмістом Ni становить 0,52. Рівняння регресії $Ni = 0.20252 + 0.4371A^d$.

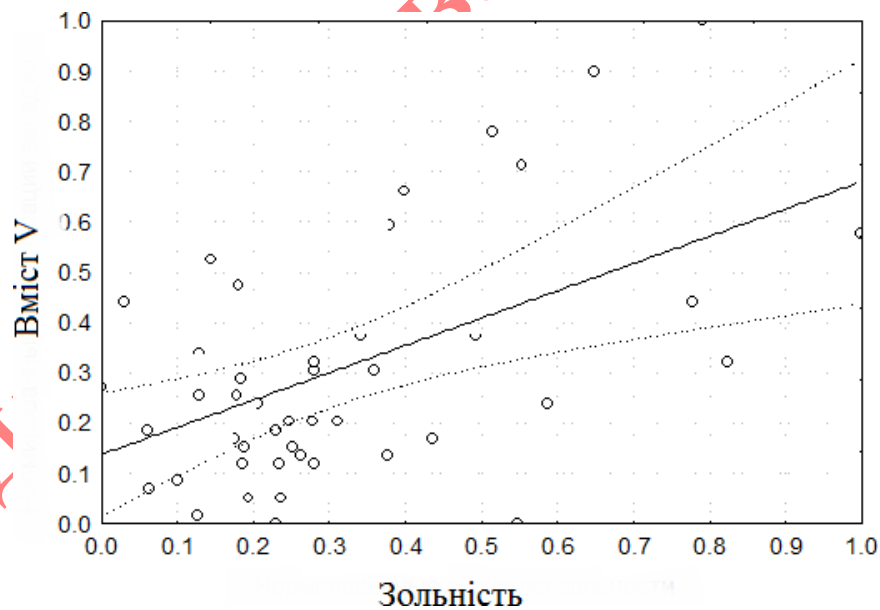


Рисунок 3.8 – Графік рівняння регресії між зольністю та вмістом V

Коефіцієнт кореляції зольністю та вмістом V становить 0,52. Рівняння регресії $V = 0.13756 + 0.54258A^d$.

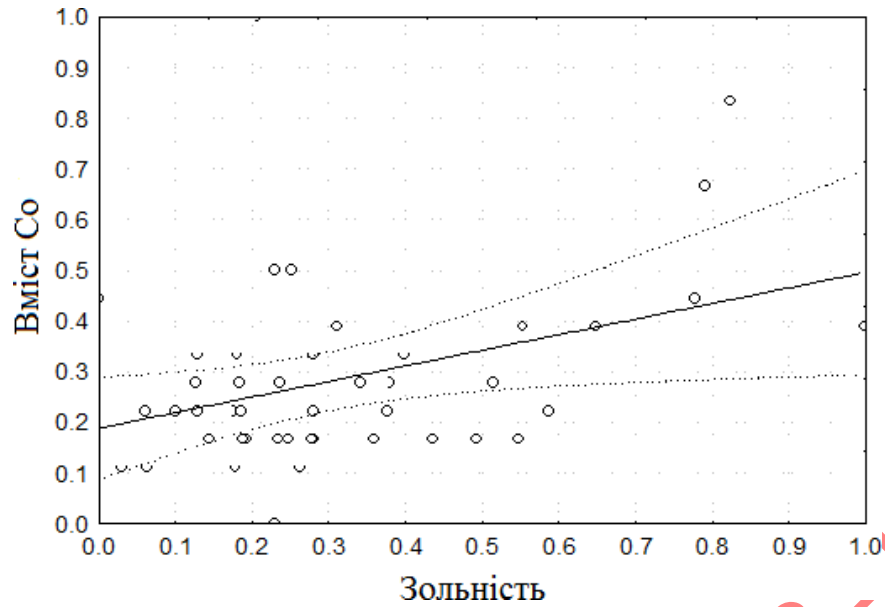


Рисунок 3.9 – Графік рівняння регресії між зольністю та вмістом Co

Коефіцієнт кореляції зольністю та вмістом Co становить 0,38. Рівняння регресії $Co = 0.18867 + 0.30747A^d$.

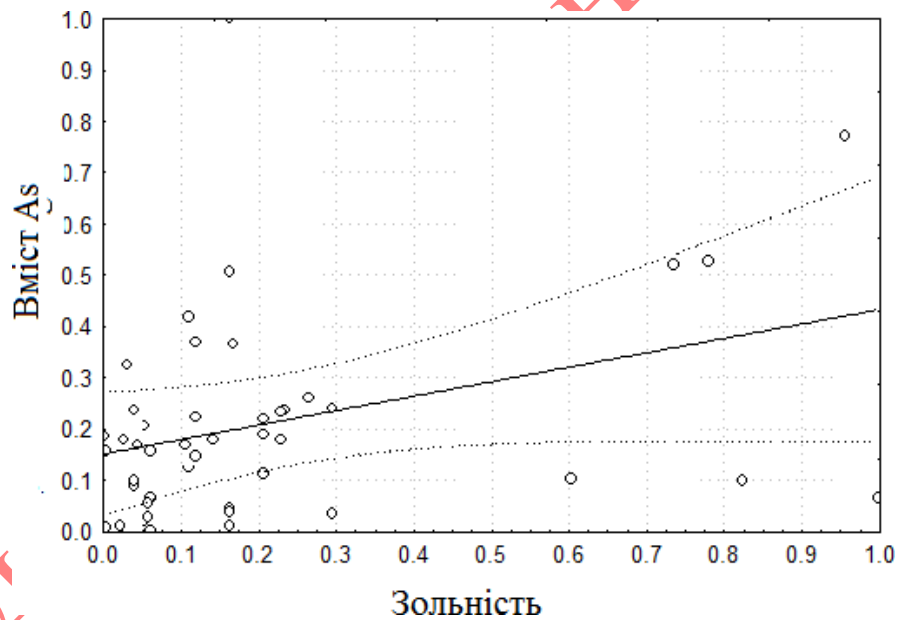


Рисунок 3.10 – Графік рівняння регресії між зольністю та вмістом As

Коефіцієнт кореляції зольністю та вмістом As становить 0,39. Рівняння регресії $As = 0.1512 + 0.28189A^d$.

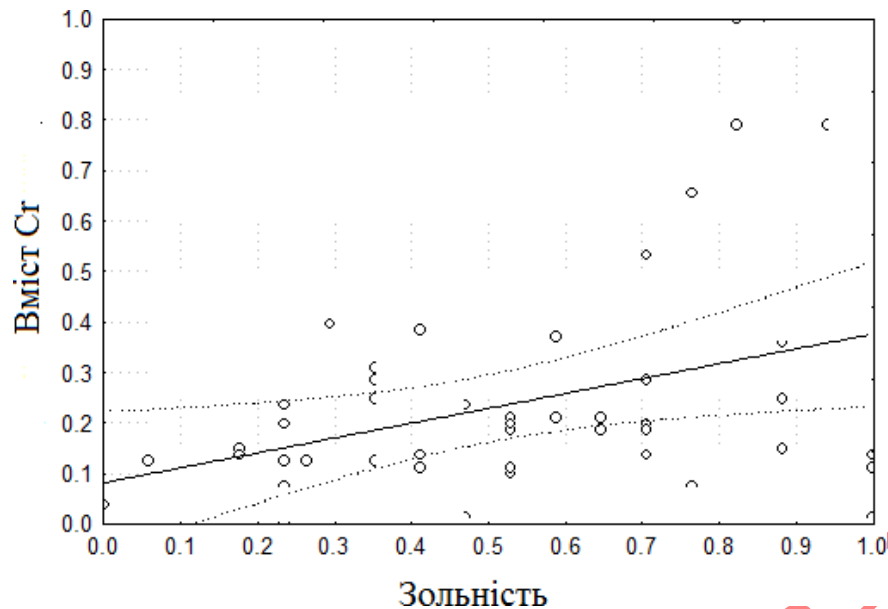


Рисунок 3.11 – Графік рівняння регресії між зольністю та вмістом Cr

Коефіцієнт кореляції зольністю та вмістом Cr становить 0,4. Рівняння регресії $Cr = 0.08136 + 0.29434A^d$. Таким чином встановлено, що з 8 елементів які розглядалися мною в кваліфікаційній роботі тільки вміст Be у вугільних пластах Червоноармійського геолого-промислового району пов'язаний з зольністю негативним кореляційним зв'язком. Отже, з неорганічною речовиною у вугільних пластах Червоноармійського геолого-промислового району Донбасу переважно пов'язані Hg, Pb, Ni, Co, V, As та Cr, а з органічною – тільки Be.

Для побудови структурно-математичних моделей, що дозволяють інтерпретувати різноманітні емпіричні графіки виду «зольність - вміст малих елементів у вугіллі» і «зольність - вміст малих елементів у золі» ще раз розглянемо структурну модель неорганічної речовини (НОР) вугілля. Насамперед нагадаємо, що загальна зола вугілля (A^d) представлена шістьма умовними "генетичними" класами (Абіо., Ахем., Асорб., Акласт., Аконкр., Аінф.), в які цей хімічний елемент може входити одночасно (в усі класи). Отже, вміст конкретного малого елемента в вугіллі (C_0) має визначатися двома факторами: вмістом малого елемента в генетичних класах золи і вкладом генетичних класів у вугіллі. Вміст малих елементів у золі вугілля

(C_a) буде визначатися додатково ще і третім фактором - часткою даного умовного «генетичного» класу в загальній золі. Відмінність C_0 від C_a обумовлена переходом повністю або частково деяких сполук малих елементів в газоподібний стан при спалюванні вугілля. Враховуючи наявність в загальному масиві фондових і опублікованих матеріалів про вміст малих елементів у вугіллі Донбасу переважної більшості існуючих даних про їх вміст не власне у вугіллі, а в його золі, далі розглянемо структурно-математичну модель розподілу і формування вмісту малих елементів у золі вугілля.

Таким чином:

$$A^d = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6 \quad (3.1)$$

$$C_a = C_1(A_1/A^d) + C_2(A_2/A^d) + C_3(A_3/A^d) + C_4(A_4/A^d) + C_5(A_5/A^d) + C_6(A_6/A^d) \quad (3.2)$$

де C_a - вміст малого елемента в загальній золі вугілля, а віртуальні класи золи A_1, \dots, A_6 відповідають відповідно золам біогенної (Абіо.), сорбційної (Асорб.), хемогенної (Ахем.), конкреційної (Аконкр.), кластогенної (Акласт.) і інфільтраційної (Аінф.).

Цю структуру можна звести до двухкомпонентної, об'єднавши всі аутигенні віртуальні класи з інфільтраційним:

$$НОР = A_1 + A_2 \quad (3.3)$$

де A_1 відповідає кластогенного золі (Акласт.), а A_2 - всім іншим аутигенним та інфільтраційному класам.

За здатністю до накопичення в своєму складі окремих мікроелементів можна виділити три умовних (віртуальних) групи золи: зола - концентратор, зола-носій і зола-розчинник. У кожному з цих груп входить один або кілька "генетичних класів золи".

Зола-концентратор - така "генетична" група, в якій вміст даного мікроелемента максимальне. Зола-носій - ця "генетична" група вносить найбільший вклад (внесок) до валового вмісту даного мікроелемента в вугіллі. Зола-розчинник - в цій "генетичної" групі вміст даного

мікроелемента мінімальний, тому вона «розбавляє» собою валовий вміст мікроелемента у загальній золі вугілля. Очевидно, що в окремому випадку зола-концентратор може бути і золою-носієм, але це зовсім не обов'язково.

Як приклад впливу цих різних за здатністю до накопичення в своєму складі окремих мікроелементів "генетичних" груп золи на валовий вміст мікроелемента у загальній золі вугілля розглянемо далі дві моделі.

Модель 1. Вуглефільний елемент (берилій).

Нехай $A^d = 20\%$; відношення $A_1 : A_2 = 1 : 4$; $C_1 = 10$ г/т, $C_2 = 1$ г/т.

Розрахуємо вклади цих двох "генетичних" груп золи і вмісту берилію в золі і в вугіллі:

Внесок $A_1 = 10$ г/т $(0,20 \times 0,20) = 0,40$ г/т.

Внесок $A_2 = 1$ г/т $(0,80 \times 0,20) = 0,16$ г/т.

Вміст берилію у вугіллі $C_0 = 0,56$ г/т.

Вміст берилію в золі $C_a = 0,56 / 0,20 = 2,8$ г/т.

Таким чином, носієм берилію в вугіллі є зола A_1 (умовно - сорбційна), вона вносить в його валовий вміст частку, яка становить 71%. У загальній золі кластогенного зола - це зола-розчинник, так як вона на порядок біднішими берилієм, ніж сорбційна. У цьому прикладі зола-концентратор одночасно є і золою-носієм.

Модель 2. Слабовуглефільний елемент (марганець).

Нехай: $A^d = 20\%$; $A_1 : A_2 = 1 : 4$; $C_1 = 2000$ г/т; $C_2 = 1000$ г/т.

Розрахуємо вклади зол і вмісту марганцю в золі і у вугіллі:

Внесок $A_1 = 2000$ г/т $(0,20 \times 0,20) = 80$ г/т.

Внесок $A_2 = 1000$ г/т $(0,80 \times 0,20) = 160$ г/т.

Вміст марганцю у вугіллі $C_0 = 240$ г/т.

Вміст марганцю у золі $C_a = 240$ г/т $/ 0,20 = 1200$ г / т.

Таким чином, носієм марганцю в вугіллі є кластогенного зола A_2 - вона вносить в його валовий вміст головну частку, яка становить 67%.

Проте в загальній золі кластогенна зола виявляється розчинником для сорбційної, так як перша вдвічі біднішою марганцем. У цьому прикладі зола-концентратор не є золою-носієм.

Вже в перших роботах Гольдшміда 1930-х рр. була виявлена велика група хімічних елементів у вугіллі, вміст яких у перерахунку на золу виявлялися значно вище, ніж в вуглевміщуючих породах. Причину такого збагачення легко зрозуміти, якщо звернутися до віртуальної структури неорганічної речовини вугілля:

$$\text{НОР} = \text{Аклост.} + (\text{Абіо.} + \text{Ахем.} + \text{Асорб.} + \text{Аконкр.} + \text{Аінф.}).$$

Якщо прийняти, що склад кластогенної золи A_1 ідентичний складу золи вуглевміщуючих порід, то очевидно, що для будь-якої концентрації хімічного елемента в НОР вугілля необхідна його добавка в складі одного або декількох класів в складі A_2 . Найчастіше таку добавку дають сорбційна і конкреційна золи (Асорб. і Аконкр.) і набагато рідше - інші "генетичні" класи. Елементи, які збагачують НОР вугілля щодо вуглевміщуючих порід раніше називали "типоморфними" для вугілля, а останнім часом їх запропоновано іменувати "вуглефільними". Це пов'язано з тим, що вводячи (у 1963 р.) поняття про типоморфні до вугілля елементи, дослідники вважали, що їх об'єднує загальна властивість - здатність давати хімічні сполуки з гумусовою органічною речовиною, або сільоподібні (Ca, Sr, Ba і ін.), або хелатні (Cu, Ge, Ga та ін.). При цьому "типоморфність" розумілася як синонім "органіфільності". Дійсно, на початку всіх рядів "типоморфних" елементів вугілля зазвичай розташовуються сильні комплексоутворювачі Ge, Be, Mo, W, Ga, рідкоземельні елементи, а в кінці - Sr, Ba, Mn. Однак вже до початку 1980-х рр. з'ясувалося, що таке розуміння страждає неповнотою. Зроблені вченими розрахунки вугільних і зольних кларків (тобто світових середніх для бурого і кам'яного вугілля) для 66 елементів - домішок [16] несподівано показали, що до числа "типоморфних" доводиться відносити і цілий ряд таких елементів, для яких значення їх "органіфільності" виходили

низькими, так як вони збагачували щільні високозольні фракції вугілля (або найбільш зольне вугілля). До таких належать практично усі елементи - сульфофіли з домінуючою сульфідною формою знаходження, а також елементи з аніонними міграційними формами, для яких припущення про хімічні сполуки з гумусовою органічною речовиною виглядає неправдоподібним (наприклад, Cl, Br, I, F).

В результаті дослідники відмовилися від колишнього, вузького трактування "типомофних" елементів, розглядаючи процеси накопичення елементів-домішок у вугіллі в термінах різних геохімічних функцій вугільної органічної речовини або її дериватів: концентраційної (прижиттєве накопичення елементів рослинами-вуглеутворювачами), бар'єрної (власне сорбційна зола - діагенетичне і рідше епігенетичне утворення немінеральних форм $Me_{орг}$ шляхом сорбції), середовищеутворююча (утворення діагенетичних і рідше епігенетичних сульфідів, фосфатів, карбонатів і силікатів) [5,15,16,20].

Отже, заміна поняття "органофільності" більш широким поняттям "вуглефільності" змушує розглядати вугілля як комплексний геохімічний бар'єр, в якому головними для вуглефільних елементів є тільки два діагенетичних бар'єрів, що діють на торф'яної і буровугільної стадіях: сорбційний і сірководневий. Перший бар'єр обумовлює накопичення в вугіллі більшості елементів - літофілів, другий - більшості елементів - сульфофілів. Ці бар'єри забезпечують утримання вуглефільних малих елементів-домішок у вугіллі на середньому для нього (біля кларкового) рівні. Всі інші бар'єри більш рідкісні. Їх дія маркується, як правило, геохімічними аномаліями вугілля - вмістом у вугіллі тих чи інших малих елементів-домішок в аномальних вмістах (вмістах що перевищують кларк). Наприклад, епігенетична сульфідна мінералізація "Типу Долини Міссісіпі" (вугілля Іллінойського басейну в США) призводить до аномального накопичення у вугіллі Zn і Cd або епігенетична сульфідна мінералізація

Донецького басейну призводить до аномального накопичення у вугіллі Hg та As, епігенетична карбонатна мінералізація може породжувати аномальні концентрації Mn і Sr, проникнення в вугілля епігенетичних хлоридних розсолів, пов'язаних з евапоритами, породжує аномалії Cl, Ba і Na.

3.3 Вплив тектонічних порушень на розподіл малих елементів у вугільних пластах Донбасу

Тектоніка Донецького басейну має величезний вплив на особливості розподілу багатьох малих елементів-домішок в межах вугільних пластів і вуглевміщуючих порід.

У вугіллі різного ступеня метаморфізму в різних районах Донбасу встановлені великі аномалії малих елементів гідротермального походження. Їх надходження у вугільні пласти відбувалося з глибинними гідротермальних розчинами по тектонічних тріщинах. Таким чином відбувалося формування Микитівського ртутного родовища, Бобриковської, Ольховатської поліметалічних зон і Нагольного кряжа, які розташовані серед вугленосних відкладень Донбасу.

Відомо, що накопичення елементів-домішок різко зростає поблизу зон тектонічних дислокацій вугільної товщі, які супроводжуються збільшенням зольності і сірчистості вугілля. Гідротермальне зруденіння головним чином розвинене вздовж Головної антикліналі Донбасу, з ним пов'язані Микитівське ртутне родовище і рудопроявлення Ольховатської, Бобриковської і Нагольчанської сульфидно-поліметалічних зон.

Вплив тектонічних порушень на розподіл малих елементів у вугільних пластах Донбасу розглянемо на прикладі розподілу ванадію у вугільних пластах c_6^1 , c_{11} та c_{13} шахти «Південно-Донбаська № 3 ім. М.С. Сургая» (рисунок 3.12). В тектонічному відношенні полі шахти являє собою пологу монокліналь північно-східного падіння під кутами 4-11°, ускладнену дрібними складками і розривними порушеннями типу незгодних скидів з

падінням площин зміщувачів на південний захід. Амплітуда скидів - від декількох метрів до десятків метрів.

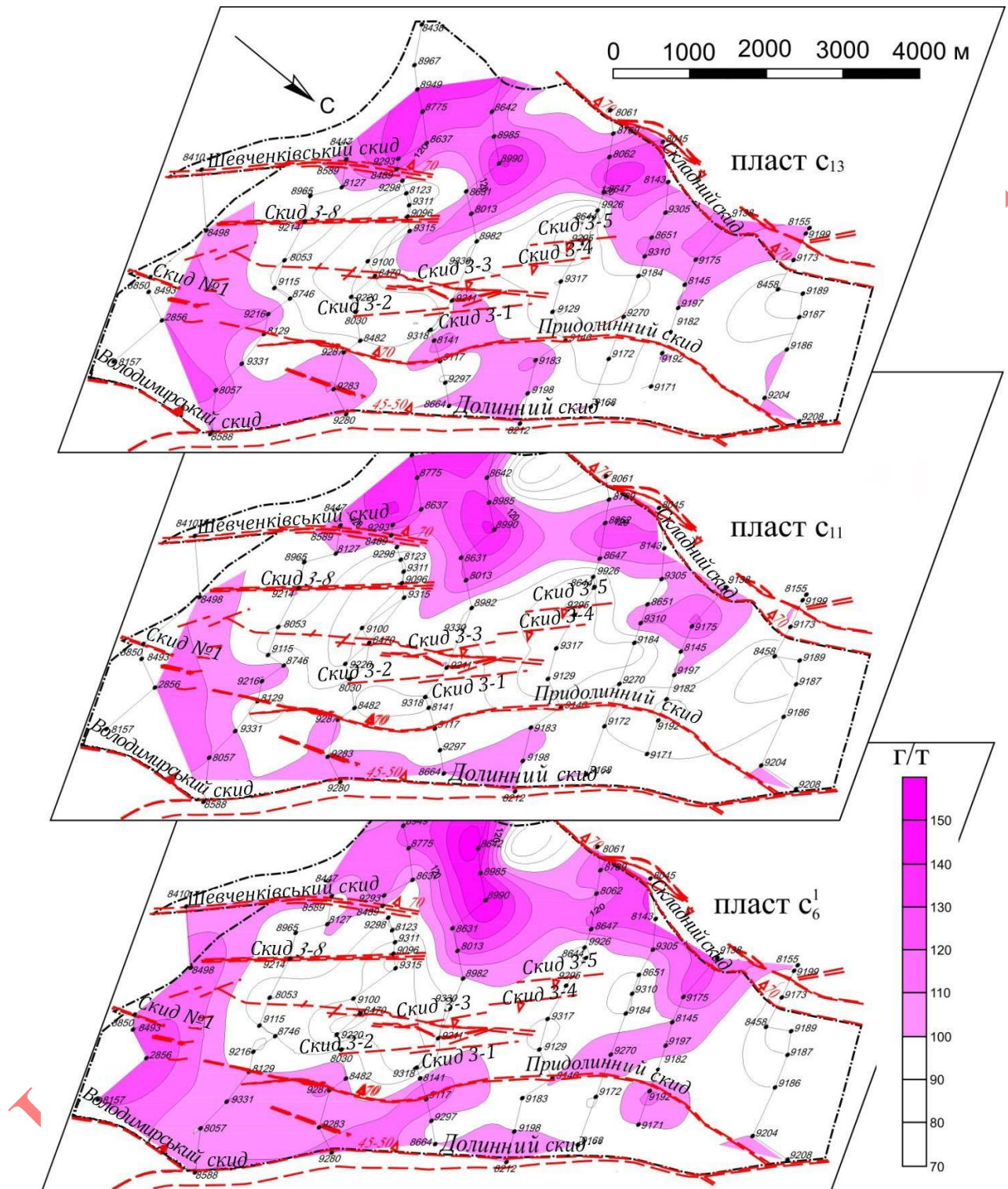


Рисунок 3.12 – Карти ізоконцентрат вмісту ванадію у вугільних пластах c_6^1 , c_{11} та c_{13} шахти «Південно-Донбаська № 3 ім. М.С. Сургая»

На побудованих картах ізоконцентрат вмісту ванадію у вугільних пластах c_6^1 , c_{11} та c_{13} видно, що основні аномальні зони цього елемента поширені уздовж простягання Долинного, Придолинного та Складного скидів і пов'язані з зонами підвищеної тріщинуватості, які обумовлені цими порушеннями.

Таким чином можна твердити, що відносно великі тектонічні порушення по відношенню до ванадію на полі шахти «Південно-Донбаська № 3 ім. М.С. Сургая» переважно виконували більш транзитну роль, а генетично пов'язані з ними зони підвищеної тріщинуватості грали контролюючу роль в накопиченні з'єднань цього елемента.

Висновки до розділу.

Вугільні пласти Донбасу нерідко мають зони збагачення малими елементами біля ґрунту, покрівлі та внутрішньопластових породних прошарків. У цих зонах вміст цих елементів може на 1-2 порядки перевищувати той, що спостерігається в центральних пачках пласта. Потужність «контактних зон» становить в середньому 0,15 м при звичайних коливаннях 0,05-0,2 м. Малопотужні пласти майже завжди є більш багатими на вуглефільні мікроелементи, ніж потужні - внаслідок більшого внеску у валовий вміст контактних зон. Феномен контактного збагачення вугільних пластів малими елементами у разі їх відношення до токсичних і потенційно токсичних елементів може мати важливе практичне значення для планування та організації технічних заходів, які повинні бути спрямовані на зменшення негативного впливу вугледобувних підприємств і організацій теплоенергетики на загальний екологічний стан промислових регіонів України.

Загальна зола вугілля (A^d) представлена шістьма умовними "генетичними" класами (Абіо., Ахем., Асорб., Акласт., Аконкр., Аінф.), в які цей хімічний елемент може входити одночасно (в усі класи). Вміст малих елементів у золі вугілля буде визначатися додатково ще й часткою даного

умовного «генетичного» класу в загальній золі. За здатністю до накопичення в своєму складі окремих мікроелементів можна виділити три умовних (віртуальних) групи золи: зола - концентратор, зола-носій і зола-розчинник. У кожен з цих груп входить один або кілька "генетичних класів золи".

Зола-концентратор - така "генетична" група, в якій вміст даного мікроелемента максимальне. Зола-носій - ця "генетична" група вносить найбільший вклад (внесок) до валового вмісту даного мікроелемента в вугіллі. Зола-розчинник - в цій "генетичній" групі вміст даного мікроелемента мінімальний, тому вона «розбавляє» собою валовий вміст мікроелемента у загальній золі вугілля. Очевидно, що в окремому випадку зола-концентратор може бути і золю-носієм, але це зовсім не обов'язково.

З неорганічною речовиною у вугільних пластах Червоноармійського геолого-промислового району Донбасу переважно пов'язані Hg, Pb, Ni, Co, V, As та Cr, а з органічною – тільки Be.

Накопичення елементів-домішок різко зростає поблизу зон тектонічних дислокацій вугільної товщі, які супроводжуються збільшенням зольності і сірчистості вугілля. Відносно великі тектонічні порушення по відношенню до ванадію на полі шахти «Південно-Донбаська № 3 ім. М.С. Сургая» переважно виконували більш транзитну роль, а генетично пов'язані з ними зони підвищеної тріщинуватості грали контролюючу роль в накопиченні з'єднань цього елемента.

ВИСНОВКИ

В ході виконання кваліфікаційної роботи з метою виявлення особливості впливу локальних факторів на розподіл деяких малих елементів у вугільних пластах Донбасу було проведено аналітичний огляд літературних джерел щодо мінеральної частини вугілля, обрано і освоєно методику досліджень, розроблено 5 моделей впливу будови вугільних пластів Донбасу на прикладі Павлоград-Петропавлівського та Червоноармійського геолого-промислових районів на розподіл в їх розрізі берилію, розраховано 10 рівнянь регресії, побудовані їх графіки та побудовано 3 карти ізоконцентрат ванадію по пластам c_6^1 , c_{11} , c_{13} шахти «Південно-Донбаська №3 ім. М.С. Сургая», що розташована в Південно-Донбаському геолого-промисловому районі.

В процесі виконання кваліфікаційної роботи виконані мною дослідження дозволяють сформулювати такі основні висновки:

1. Малі елементи у вугіллі вивчаються з метою встановлення можливості їх попутного вилучення і господарського використання, а так само при оцінці значення цих елементів як токсичних, технологічно шкідливих або корисних компонентів, зокрема як мікроелементів корисних або шкідливих при використанні золи вугілля в сільському господарстві.

2. Відмінною особливістю твердих горючих копалин в порівнянні з нафтою і газом є значно більші маси неорганічних сполук, які супроводжують органічні речовини. Найчастіше мінеральні домішки вугілля складаються на 95% із з'єднань кремнію, алюмінію, заліза, кальцію і магнію, калію і натрію. У мінеральних речовинах твердого палива знайдені багато рідкісних і розсіяних елементів. Таким чином, у вугіллі міститься до 30 рідкісних елементів (берилій, бор, скандій, ітрій, паладій, радій, платина та ін.). Причому у вугільній золі відбувається природне накопичення деяких з них (германій, берилій, миш'як, галій та ін.), в наслідок чого їх вміст становить у багато разів (10 - 100) більше, ніж в земній корі.

3. Складність складу мінеральних речовин, що містяться у вугіллі, а також різноманітність форм їх зв'язку з органічною масою вугілля, викликає великі труднощі безпосереднього аналітичного визначення власне мінеральних речовин в незміненому стані. Тому про вміст мінеральних речовин у вугіллі доводиться зазвичай судити побічно, за кількістю його золи.

4. Загальна зола вугілля (A^d) представлена шістьма умовними "генетичними класами" (Абіо., Ахем., Асорб., Акласт., Аконкр., Аінф.), в які кожний хімічний елемент може входити одночасно (в усі класи). Вміст малих елементів у золі вугілля буде визначатися додатково ще й часткою даного умовного «генетичного класу» в загальній золі. За здатністю до накопичення в своєму складі окремих мікроелементів можна виділити три умовних (віртуальних) групи золи: зола - концентратор, зола-носій і зола-розчинник. У кожен з цих груп входить один або кілька "генетичних класів золи". Особливості впливу входження малих елементів окремих "генетичних класів золи" на їх розподіл між умовними групами золи та загальний вміст у золу та вугілля розглянуто на прикладі двох аналітичних моделей. Зола-концентратор - така "генетична" група, в якій вміст даного мікроелемента максимальне. Зола-носій - ця "генетична" група вносить найбільший вклад (внесок) до валового вмісту даного мікроелемента в вугіллі. Зола-розчинник - в цій "генетичній" групі вміст даного мікроелемента мінімальний, тому вона «розбавляє» собою валовий вміст мікроелемента у загальній золі вугілля. На прикладі розроблених аналітичних моделей показано, що в окремому випадку зола-концентратор може бути і золю-носієм, але це зовсім не обов'язково.

5. Побудовані моделі графіки рівнянь регресії між досліджуваними параметрами, моделі впливу будови вугільних пластів на вміст ванадію і берилію та карти ізоконцентрат розподілу ванадію по пластах c_6^1 , c_{11} і c_{13} шахти «Південнодонбаська № 3 ім. М.С. » дозволяють впевнено дослідити

особливості впливу локальних факторів на розподіл деяких малих елементів у вугільних пластах Донбасу. Накопичення елементів-домішок різко зростає поблизу зон тектонічних дислокацій вугільної товщі, які супроводжуються збільшенням зольності і сірчистості вугілля. Відносно великі тектонічні порушення по відношенню до ванадію на полі шахти «Південно-Донбаська № 3 ім. М.С. Сургая» переважно виконували більш транзитну роль, а генетично пов'язані з ними зони підвищеної тріщинуватості грали контролюючу роль в накопиченні з'єднань цього елемента.

6. Вугільні пласти Донбасу нерідко мають зони збагачення малими елементами біля ґрунту, покрівлі та внутрішньопластових породних прошарків. У цих зонах вміст цих елементів може на 1-2 порядки перевищувати той, що спостерігається в центральних пачках пласта. Потужність «контактних зон» становить в середньому 0,15 м при звичайних коливаннях 0,05-0,2 м. Малопотужні пласти майже завжди є більш багатими на вуглефільні мікроелементи, ніж потужні - внаслідок більшого внеску у валовий вміст контактних зон. Феномен контактного збагачення вугільних пластів малими елементами у разі їх відношення до токсичних і потенційно токсичних елементів може мати важливе практичне значення для планування та організації технічних заходів, які повинні бути спрямовані на зменшення негативного впливу вугледобувних підприємств і організацій теплоенергетики на загальний екологічний стан промислових регіонів України.

Таким чином, основні результати роботи і їх новизна полягають у встановленні особливостей впливу локальних факторів на розподіл деяких малих елементів у вугільних пластах Донбасу.

Сфера застосування цих результатів полягає у прогнозуванні впливу локальних факторів на розподіл малих елементів у вугільних пластах Донбасу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1 Токсичные элементы-примеси в ископаемых углях / Я.Э. Юдович, М.П. Кетрис. Екатеринбург: УрО РАН, 2005. 654 с.
- 2 Ценные элементы-примеси в углях / Я.Э. Юдович, М.П. Кетрис. Екатеринбург: УрО РАН, 2006. 538 с.
- 3 Элементы-примеси в ископаемых углях / Я.Э. Юдович, М.П. Кетрис, А.В. Мерц. Л.: Наука, 1985. 239 с.
- 4 Региональная геохимия осадочных толщ/Я.Э. Юдович. Л., 1981. 276 с.
- 5 Гидрохимия малых, редких и рассеянных элементов (Южный Урал, Зауралье и Северный Казахстан) / А.М. Черняев, Л.Е. Черняева, В.Н. Бабченко. Л.: Гидрометеоздат, 1970. 164 с.
- 6 Золообразующие и малые элементы углей Дальнего Востока / И.В. Китаев. Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. 138 с.
- 7 Парагенетические комплексы полезных ископаемых сланценосных и угленосных толщ / В.Р. Клер, В.Ф. Ненахова. М.: Наука, 1981. 175 с.
- 8 Золотоносность Днепровского бурогоугольного бассейна / Б.С. Панов, В.И. Алехин, А.А. Юшин. Геология угольных месторождений. Межвуз. науч. темат. сб. Екатеринбург: Уральск. гос. горн. ун-т. 2004. №14. С. 222-228.
- 9 Актуальність геоекологічних досліджень відходів діяльності підприємств Львівсько-Волинського басейну / Б.І. Лелик, Я.Г. Степаненко, М.В. Дмитренко. Уголь України. 1995. № 12. С. 16-17.
- 10 Минеральные компоненты твердых горючих ископаемых / А.З. Юровский. М.: Недра, 1968. 214 с.
- 11 О формах вхождения некоторых рассеянных элементов в вещество углей и пород Донбасса / В.Ф. Раздорожный. Геол. журн. 1971. Т. 31, № 2. С. 87-92.
- 12 Неорганическое вещество углей / Я.Э. Юдович, М.П. Кетрис. Екатеринбург: УрО РАН. 2002. 422 с.

ДОДАТОК А

Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи

№	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Примітка
			Документація		
1	A4	ТСТ.ОППМ.21.06.ПЗ	Пояснювальна записка	50	
			Графічні матеріали		Електронний ресурс
			Презентація Microsoft PowerPoint	24	Слайди

Не для копіювання 103-17-1

ДОДАТОК Б

ВІДГУК

керівника на кваліфікаційну роботу бакалавра
ст. гр. 103-17-1 Циби Аліни Сергіївни
на тему «Особливості впливу локальних факторів на розподіл деяких
малих елементів у вугільних пластах Донбасу»

Кваліфікаційна робота бакалавра Циби А.С. є актуальною. Малі елементи у вугіллі вивчаються з метою встановлення можливості їх попутного вилучення і господарського використання, а так само при оцінці значення цих елементів як токсичних, технологічно шкідливих або корисних компонентів, зокрема як мікроелементів корисних або шкідливих при використанні золи вугілля в сільському господарстві.

Кваліфікаційна робота виконана у відповідності змісту стандарту вищої освіти.

Практичне значення результатів полягає у розрахунку 10 рівнянь регресії, побудові їх графіків та 3 карт ізоконцентрат ванадію по пластам c_6^1 , c_{11} , c_{13} шахти «Південно-Донбаська №3 ім. М.С. Сургая», що розташована в Південно-Донбаському геолого-промисловому районі.

Цибою А.С. при виконанні кваліфікаційної роботи бакалавра продемонстровано загальні і спеціальні компетентності, що корелюються з переліком відповідно до стандарту вищої освіти зі спеціальності 103 Науки про Землю. Зокрема, автором показані вміння генерувати нові ідеї в науках про Землю, виявляти, ставити, вирішувати проблеми та приймати обґрунтовані рішення в професійній діяльності, володіти сучасними методами досліджень, які використовуються у виробничих та науково-дослідницьких організаціях при вивченні Землі, її геосфер та їхніх компонентів. Було підтверджено отримання бакалавром наступних результатів навчання: здатність застосовувати сучасні методи дослідження Землі та її геосфер і вміти їх застосовувати у виробничій та науково-дослідницькій діяльності; здатність формулювати задачі моделювання, створювати моделі об'єктів і процесів у геосферах та їхніх компонентах із використанням математичних, картографічних методів і геоінформаційних технологій.

Результати кваліфікаційної роботи – обґрунтовані, осмислені. Кваліфікаційна робота характеризує вміння виявляти та розв'язувати проблеми, оновлювати та інтегрувати знання. Мова тексту кваліфікаційної роботи достатньо зрозуміла з незначними хибами. Продемонстровано упевнене володіння компетенціями автономності та відповідальності.

Інтегральна оцінка кваліфікаційної роботи бакалавра – 93 «відмінно»

Керівник кваліфікаційної
роботи бакалавра

доц. Ішков В.В.

ДОДАТОК В

РЕЦЕНЗІЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра
ст. гр. 103-17-1 Циби Аліни Сергіївни
на тему «Особливості впливу локальних факторів на розподіл деяких
малих елементів у вугільних пластах Донбасу»

Кваліфікаційна робота бакалавра виконана у відповідності до існуючих методичних вимог. Автором правильно визначено мету, об'єкт та предмет дослідження. Робота є актуальною тому, що малі елементи у вугіллі вивчаються з метою встановлення можливості їх попутного виділення і господарського використання, а так само при оцінці значення цих елементів як токсичних, технологічно шкідливих або корисних компонентів.

Просторові данні про розповсюдження ванадію по пластах c_1 , c_6 , c_{11-13} шахти «Південно-Донбаська №3 ім. М.С. Сургая», що розташована в Південно-Донбаському геолого-промисловому районі, були проаналізовані за допомогою математичного моделювання у програмному середовищі для картування Golden Software Surfer. Автором загалом було розроблено 5 моделей впливу будови вугільних пластів Донбасу на прикладі Павлоград-Петропавлівського та Червоноармійського геолого-промислових районів на розподіл в їх розрізі берилію, розраховано 10 рівнянь регресії, побудовані їх графіки.

Результати кваліфікаційної роботи правильні, обґрунтовані, осмислені. Кваліфікаційна робота характеризує уміння провадити інноваційну діяльність, виявляти та розв'язувати проблеми, оновлювати та інтегрувати знання. Мова тексту кваліфікаційної роботи достатньо зрозуміла. Продемонстровано впевнене володіння компетенціями автономності та відповідальності. Автором продемонстровано загальні і спеціальні компетентності, що корелюються з переліком відповідно до стандарту вищої освіти зі спеціальності 103 Науки про Землю.

Кваліфікаційна робота бакалавра в цілому заслуговує оцінки «відмінно».

Рецензент
Завідувач кафедри геофізичних
методів розвідки НТУ
«Дніпровська політехніка»,

проф. Довбніч М.М.