

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

(інститут)
Факультет природничих наук та технологій (заочно)
(факультет)
Кафедра Геології та розвідки родовищ корисних копалин
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

кваліфікаційної роботи ступеня магістра
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студента Сафонова Олексія Дмитровича
(ПІБ)
академічної групи 103М-213-1
(шифр)
спеціальності 103 Науки про Землю
(код і назва спеціальності)
за освітньо-професійною програмою «Геологія, гідрогеологія та геофізика»
(офіційна назва)
на тему Особливості зв'язку германію із зольністю вугілля та потужністю
пласта с₄¹ поля шахти «Самарська»
(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	Довбніч М.М.			
Нормоконтролер	Хоменко Н.В.			

Дніпро
2022

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри

Геології та розвідки родовищкорисних копалин

(повна назва)

Жильцова І.В.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

«29 вересня» 2022 року

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

студенту _____ Сафонову Олексію Дмитровичу _____ **академічної групи** 103М-213-1
 (прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності _____ 103 Науки про Землю

за освітньо-професійною програмою «Геологія, гідрогеологія та геофізика»
 (за наявності)

на тему _____ Особливості зв'язку германію із зольністю вугілля та потужністю
 _____ пласта с₄¹ поля шахти «Самарська»

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 28.09.2022 № 1048-с

Розділ	Зміст	Термін виконання
Загальний	Загальна гірничо-геологічна характеристика будови шахти «Самарська»	03.10.22-30.10.22
Спеціальний	Методика досліджень	30.10.22-15.11.22
	Особливості зв'язку германію із зольністю вугілля та потужністю пласта с ₄ ¹ поля шахти «Самарська»	15.11.22-07.12.22

Завдання видано

_____ (підпис керівника)

Ішков В.В.

_____ (прізвище, ініціали)

Дата видачі 03.10.2022

Дата подання до екзаменаційної комісії

08.12.2022**Прийнято до виконання**

_____ (підпис студента)

Сафонов О.Д.

_____ (прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 68 с., 19 рис., 4 додатків, 37 джерел.

GERMANIЙ, ПОТУЖНІСТЬ ПЛАСТА, ЗОЛЬНІСТЬ, ЗАХІДНИЙ
ДОНБАС, ВУГІЛЬНИЙ ПЛАСТ, ЗОНИ ЗБАГАЧЕННЯ,
ПАВЛОГРАДСЬКИЙ РАЙОН, ШАХТА «САМАРСЬКА», SURFER

Предмет дослідження – зв'язок Ge із зольністю та потужністю вугільного пласта.

Об'єкт дослідження – вугільний пласт c_4^1 шахти «Самарська».

Мета роботи – встановлення, вивчення та аналіз особливостей зв'язку Ge із зольністю та потужністю вугільного пласта c_4^1 шахти «Самарська».

Методи дослідження – аналіз та узагальнення матеріалів геолого-розвідувальних робіт. Систематизація фактичних даних та побудова карт на основі обчислення геолого-геохімічних даних методами математичного моделювання, аналізу просторових даних і статистичними методами.

Результати та їх новизна – визначено основні просторові та статистичні особливості зв'язку Ge із зольністю та потужністю вугільного пласта c_4^1 шахти «Самарська».

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 отриманих результатів полягає у прогнозуванні вмісту германію у гірничій масі що видобувається шахтою, відходах і продуктах вуглезбагачення, що дозволяє розробляти і планувати технологічні заходи направлені на адекватну геолого–економічну оцінку можливостей його вилучення та комплексне використання вугілля пласта c_4^1 шахти «Самарська» у господарських потребах України.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 ЗАГАЛЬНА ГІРНИЧО-ГЕОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА БУДОВИ ШАХТИ «САМАРСЬКА»	6
2 МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ.....	18
3 АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЗВ'ЯЗКУ ГЕРМАНІЮ ІЗ ЗОЛЬНІСТЮ ВУГІЛЛЯ ТА ПОТУЖНІСТЮ ПЛАСТА C_4^1 ПОЛЯ ШАХТИ «САМАРСЬКА»	24
3.1 Аналіз літературних джерел про зв'язок германію зі зольністю вугілля.....	24
3.2 «Закон Зільбермінця» і зв'язок германію зі потужністю вугільних пластів.....	26
3.3 Особливості розподілу зольності за площею вугільного пласта c_4^1 шахти «Самарська»	28
3.4 Особливості мінливості підземного рельєфу ґрунту вугільного пласта c_4^1 шахти «Самарська»	31
3.5 Особливості розподілу потужності за площею вугільного пласта c_4^1 шахти «Самарська»	33
3.6 Особливості розподілу германію за площею вугільного пласта c_4^1 шахти «Самарська»	37
3.7 Особливості зв'язку германію із зольністю вугілля та потужністю пласта c_4^1 шахти «Самарська».....	42
ВИСНОВКИ.....	54
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	61
Додаток А Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи	65
Додаток Б Сертифікат учасника XX Міжнародної конференції молодих учених «Геотехнічні проблеми розробки родовищ»	66
Додаток Д Рецензія	67
Додаток Е Відгук керівника кваліфікаційної роботи	68

ВСТУП

Актуальність дослідження вмісту германію у вугільних пластах визначається завданнями щодо розширення сировинної бази країни, а також рішенням РНБО України від 16.07.2021 року та Указом Президента України №306/2021.

Предмет дослідження – зв'язок германію із зольністю та потужністю вугільного пласта.

Об'єкт дослідження – вугільний пласт с₄¹ шахти «Самарська».

Мета роботи – встановлення, вивчення та аналіз особливостей зв'язку германію із зольністю та потужністю вугільного пласта с₄¹ шахти «Самарська».

Завдання роботи:

- 1) вивчити особливості гірничо-геологічної будови поля шахти «Самарська»;
- 2) встановити просторові та статистичні особливості зв'язку германію із зольністю та потужністю вугільного пласта с₄¹ шахти «Самарська».

У процесі виконання магістерської роботи було зібрано геолого-геохімічні матеріали, проведено їх статистичний аналіз та моделювання. В результаті були отримані дані, які характеризують зв'язок концентрації германію із зольністю та потужністю вугільного пласта с₄¹ шахти «Самарська».

1 ЗАГАЛЬНА ГІРНИЧО-ГЕОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА БУДОВИ ШАХТИ «САМАРСЬКА»

Поле шахти «Самарська» (рисунок 1.1) приватного акціонерного товариства «ДТЕК ПАВЛОГРАДВУГІЛЛЯ» розташовано в межах Павлоградсько-Петропавлівського вуглепромислового району Західного Донбасу.



Рисунок 1.1 – Шахта «Самарська» приватного акціонерного товариства
«ДТЕК ПАВЛОГРАДВУГІЛЛЯ»

За адміністративним поділом поле шахти «Самарська» розташована на території Павлоградського району Дніпропетровської області на схід від м. Павлограда.

Шахтне поле «Самарська» приурочено до південного схилу Дніпровсько-

Донецької западини, у зоні контакту з Українським кристалічним щитом. Будова шахтного поля складна. Широко розвинуті диз'юнктивні та плікативні форми дислокацій. Вугленосна товща осадових порід характеризується пологим заляганням з простяганням на північний захід.

Шахта «Самарська» введена в експлуатацію у 1972 році з проектною потужністю 1,5 млн. т. Шахта «Самарська» працює відповідно до спеціального дозволу № 3690 від 09.12.2005 р. на видобування вугілля (рисунок 1.2) пластів c_6 , c_5 , c_4^2 , c_4^1 , c_4 , c_1 і супутніх корисних копалин. Крім того, наказом Державної служби геології та надр України № 66 від 31 березня 2015 р. отримано спецдозвіл на будівництво та експлуатацію гірничих виробок (ділянки №1 та № 2) від шахти «Самарська» до поля шахти «Західно-Донбаська» для підготовки до відпрацювання запасів вугілля на полі шахти «Західно-Донбаська». На 01.01.2020 р. фактична виробнича потужність шахти складала 1650 тис. т.



Рисунок 1.2 – Вугілля із шахти «Самарська»

Запаси вугілля в технічних межах шахти «Самарська» оцінювались:

- 1) ДКЗ СРСР протокол № 4787 від 28.01.1966 р.;
- 2) ДКЗ СРСР протокол № 9436 від 24.02.1984 р.;
- 3) ДКЗ України протокол № 350 від 23.11.1995 р.

Загальні запаси кам'яного вугілля та супутніх корисних компонентів (германій) на полі шахти «Самарська» обліковані Державним балансом корисних копалин станом на 01.01.2016 р. і складають за категоріями:

Вугілля (тис. т): балансові $A+B+C_1$ - 60 790 тис. т, C_2 - 225 тис. т, позабалансові - 34 996 тис.т.

Германій (т): балансові – C_1 - 459,1, C_2 - 10524.

В геоструктурному відношенні поле шахти «Самарська» приурочено до північно-східного схилу Українського кристалічного щиту, простягається вздовж південно-західного борту Дніпровсько-Донецької западини в південній частині Центрального грабену.

Загалом поле шахти характеризується спокійним моноклінальним заляганням з падінням порід на північ та північний схід під кутом $2-4^\circ$. Поблизу тектонічних порушень кути падіння збільшуються до $7-10^\circ$ та більше. Пологе залягання осадової товщі порід ускладнюється рядом великих та дрібних диз'юнктивних порушень типу скидів. Серед них слід відзначити найбільш великі тектонічні порушення Богданівський та Богуславський скиди.

Промислова вугленосність шахтного поля приурочена до покладів самарської світи (C_1^3), нижнього карбону. Вугленосна товща порід залягає між вапняком C_1 і пластом c_8^B . У розрізі світи міститься 25 вугільних пластів і прошарків, з яких потужності 0,60 м та вище досягають 8 вугільних пластів: c_8^B , c_7^B , c_6 , c_5 , c_4^2 , c_4^1 , c_4 , c_1 . Коефіцієнт вугленосності світи складає 3,59.

За витриманістю основні пласти вугілля поля шахти «Самарська» характеризуються: відносно витримані c_6 , c_5 , c_4^2 , c_4 , c_1 ; невитримані - c_4^1 . Всі пласти відносяться до групи тонких і дуже тонких.

Пласти c_6 , c_5 , c_4^1 характеризуються переважно простою будовою, а пласти c_4^2 , c_4 , c_1 мають як просту, так і складну будову. Для всіх оцінюваних пластів характерна наявність зон розмиву. Пласти c_4^2 , c_4 , c_1 характеризуються розщепленням, частковим, або повним вклинюванням вугільних пачок.

Треба зазначити, що поле шахти «Самарська» має складну геологічну будову (2 група), згідно до існуючої класифікації.

Південною границею шахтного поля є один з найкрупніших у Павлоградсько-Петропавлівському районі Богданівський скид. Простягання скиду північно-західне, з невеликими відхиленнями, падіння площини зміщувача - північно-східне під кутом 40-60°. Амплітуда зміщувача в межах шахтного поля змінюється від 185 до 340 м. Потужність зони порушених порід змінюється від 10 до 85 м.

Крім диз'юнктивної тектоніки, яка має основний розвиток на площі шахтного поля, мають розповсюдження плікативні форми дислокацій, які розвиваються переважно в смузі, що примикає до Богданівського скиду. Тут розвинуті пологі антиклінальні підняття та синклінальні прогини.

Вугілля основних пластів шахти «Самарська» дюрено-кларенове з ліпоїдними та фюзенізованими компонентами. Середній вміст компонентів груп вітриніту коливається від 39 до 76 %, семивітриніту від 1 до 10 %, інертиніту від 1 до 32 %, ліптиніту від 6 до 43 %; при вмісті органічної маси у вугіллі від 85 до 99 %, глини від 1 до 1%. Вугілля маловідновлене і перехідне типів «а», «б», «аб-а», «аб-б».

Масова частка сірки загальної коливається від 0,5 до 4,7 % при середніх значеннях 1,4 % (пласт c_5) - 1,5 % (пласти c_4^2 , c_4), 1,7 % (пласт c_1) та 2,0 % (пласт c_6). За середньою масовою часткою сірки загальної вугілля пластів шахти «Самарська» малосірчисте, за виключенням пластів c_6 , і c_1 (марка ДГ) - середньосірчисті.

Пласти вугілля за середнім вмістом фосфору відносяться до мало фосфористих (пласт c_4) та середнефосфористих (пласт c_5 і c_1)

Середні значення вологи аналітичної по пластах коливаються в межах 1,8 - 2,6 %. Середні значення вологи загальної по пластах c_5 і c_4 складають 11,9 %, c_4 і c_1 - 12,1 %. Так як значення загальної вологи дещо перевищує граничний вміст за ГОСТом 537-85, вугілля придатні для коксування в суміші з іншим вугіллям з меншою вологою, або при їх просушуванні.

За масовою часткою зольності середньозважених вугільних пачок, вугілля всіх пластів малозольне ($A^d = 1,5 - 8,3$ %). З урахуванням засмічення внутрішньопластовими породними прошарками і ослабленими вуглистими породами в покрівлі і підшві, вугілля пластів c_6 , c_5 , c_4^2 , c_4^1 , c_4 малозольні (середні значення A^d змінюються від 6,2 до 9,0 %). Вугільний пласт c_1 середньо зольний (середнє значення 10,7 %).

Середня експлуатаційна зольність по пластах складає 29,3 - 35,3 %

За сумою показників, що характеризують метаморфізм, за ДСТУ 3472:2015 вугілля пластів за напрямками використання відноситься до марок ДГ та Г (G_1).

Згідно з лабораторними дослідженнями ВУХІНу, вугілля всіх пластів можуть бути використані в шихті для шарового коксування замість газового вугілля Центрального Донбасу в кількості 16-32%.

Збагачуваність вугілля пластів, згідно ГОСТ 10100-85, характеризується легкою і середньою категорією. Вихід концентрату змінюється від 80 до 93% з зольністю 6-8%, при вмісті масової частки сірки загальної 0,9-1,3%.

Вугілля всіх пластів задовольняють технічним вимогам ГОСТ 537-85 і можуть бути використані в якості енергетичної сировини і в шихті для шарового коксування.

Запаси германію в межах шахти «Самарська» раніше були затверджені ДКЗ СРСР протоколом № 9436 від 24.02.1984 р. та ДКЗ України протоколом № 350 від 23.11.1995 р.

Оцінка германієності вугільних пластів виконувалась за даними ядерного опробування. Вивчались пластові (у випадку простої будови

пласта) і пластово-диференційні (у випадку складної будови пласта) кернові вугільні проби.

Хімічний та спектральний аналізи на германій, а також внутрішній контроль аналізів на германій виконувався в лабораторіях Дніпропетровської КГРЕ і «Донецьк ДРГП», зовнішній - в лабораторії «СхідДРГП» («Луганськгеологія»).

Вміст германію в балансових запасах вугілля складає - 8,4 г/т вугілля.

Згідно з кондиціями, запаси германію були підраховані за фактичним його вмістом в сухому вугіллі. Підрахунок запасів германію був виконаний методом геологічних блоків в балансових запасах вугілля. Запаси германію у вугіллі категорій геологічної вивченості $B+C_1$ віднесені до категорії C_2 у зв'язку із відсутністю технології їхнього вилучення.

У зв'язку з тим, що вилучення германію з вугілля та продуктів його згоряння в даний час в Україні не здійснюється, германій на теплоелектростанціях не вилучається, тому оцінені запаси германію, як супутнього компоненту категорії C_2 були віднесені до запасів з невизначеним промисловим значенням класу 332.

Гідрогеологічні умови Західного Донбасу складні і обумовлені зміною геологічних та гідрогеологічних факторів, впливу шахтного водовідливу, роботи водозаборів. На території полі шати «Самарська» виділяються водоносні комплекси у четвертинних і неоген-палеогенових відкладах кайнозою, у кам'яновугільних відкладах палеозою. Водоносні горизонти мають різний ступінь гідравлічного взаємозв'язку поміж собою і з поверхневими водами.

На території Західного Донбасу виділяються більше 10 водоносних горизонтів і комплексів, розвинених у відкладах мезокайнозою, палеозою та кристалічних породах докембрію. Продуктивна товща карбону містить численні водоносні горизонти, які розвинені у пісковиках, вугільних пластах та вапняках, що перешаровуються водоупорними аргілітами і алевролітами.

У покрівлі карбону залягають переважно водомісткі відклади мезокайнозою. Водонесні горизонти мають різний ступінь гідравлічного взаємозв'язку поміж собою і з поверхневими водами.

Формування водопрпливів у гірничі виробки шахт відбувається під впливом різнобічних факторів, що обумовлює відмінність водопрпливів не тільки на окремих шахтних полях, але і на окремих горизонтах, крилах і навіть виробках однієї і тієї шахти.

Територія поля шахти «Самарська» розташована у межах південної окраїни Дніпровсько-Донецького артезіанського басейну підземних вод і характеризується наявністю водонесних горизонтів і комплексів в осадовій товщі кайнозою і палеозою.

Водонесні горизонти утворюють систему, що розташована поверхами, і розрізняються між собою літологічним складом водовмісних порід, їхньою потужністю, водопроникистю і гідродинамічними умовами, мінливістю якості вод по площі й у розрізі.

Загалом гідрогеологічні умови шахтного поля є складними в зв'язку з наявністю гідравлічно взаємопов'язаних водонесних горизонтів і комплексів мезокайнозою та високонапорних водонесних горизонтів кам'яновугільної системи.

Водопрплив по основним робочим та перспективним пластам в технічних межах поля шахти складе $530 \text{ м}^3/\text{годину}$.

Максимальний загальношахтній водопрплив не перевищить $543 \text{ м}^3/\text{годину}$.

Мінералізація складає $6,3 \text{ г/дм}^3$.

За технічними показниками для меліорації та зрошення води непридатні. Якісні показники очікуваної шахтної води шахти «Самарська» не відповідають вимогам діючих нормативних документів для використання води у якості питних вод або вод придатних для зрошування. Використання їх для технологічних потреб також не передбачається.

На підставі висновків Інституту «Дніпрогіпрошахт» Теруправлінням Держгірпромнагляду у Донецької області, видобуток дренажних вод погоджений, як технологічно вимушений при видобутку вугілля.

Запаси дренажних вод по шахті ніколи не підраховувались та не пропонувалися до затвердження.

Гірничо-геологічні умови розробки вугільних пластів охарактеризовані за даними систематичних геологічних досліджень властивостей порід, проведених за пробами керну, відібраних в свердловинах та гірничих виробках шахт «Самарська» співробітниками геологічної служби діючого видобувного підприємства.

Вугілля пластів шахти в основному дюрено-кларенове, клареново-дюренове, рідше дюренове і по своїх властивостях може бути віднесене до категорії в'язких і міцних. Показники міцності змінюються від 116 до 388×10^5 Па.

Вуглевміщуючі породи представлені чергуванням аргілітів, алевролітів, рідко пісковиків. Середній літологічний склад світи: пісковики - 17%, алевроліти - 43%, аргіліти - 35%, вапняки - 0,4%, вугілля - 4,6%.

Середні значення меж міцності при одноосному стисненні змінюються для аргілітів від 86,5 до 171×10^5 Па, для алевролітів від 99,3 до $240,6 \times 10^5$ Па, для пісковиків від 206,6 до 311×10^5 Па.

Основні ускладнення в процесі експлуатації шахти слід очікувати у вигляді вивалів з покрівлі, розмокання і пучення порід підшви гірничих виробок.

Породи покрівлі в капітальних і підготовчих виробках та при відпрацюванні пласта очікуються нестійкі і дуже нестійкі, легкообвалювані.

Породи підшви в капітальних, підготовчих виробках та при відпрацюванні пласта очікуються як нестійкі.

Умови відпрацювання пластів очікуються складними. Найбільш складними вони будуть при заляганні в покрівлі та підшві пластів

водовміщуючих пісковиків, в зонах підвищеної тріщинуватості поблизу виявлених тектонічних порушень.

Вивчення газонасиченості вугільних пластів і вуглевміщуючої товщі у межах поля шахти «Самарська» проводилось з метою прогнозування підвищеного надходження метану у гірничі виробки і тим самим запобігання небезпеки при проведенні гірничих робіт. Роботи по вивченню газонасиченості вугільних пластів і вміщуючих порід проводились відповідно до прийнятих методик і чинних нормативних документів.

Вугленосні відклади в межах оцінюваного шахтного поля дегазовані до глибини 150-200 м. Вугільні пласти c_6 , c_5 мають прогнозну газонасиченість до $5 \text{ м}^3/\text{т}$ с.б.м., пласти c_4 , c_4^2 , c_1 до $10 \text{ м}^3/\text{т}$ с.б.м.

Середня відносна метанонасиченість лав відроблюваних вугільних пластів c_5 , c_4 , c_1 по плановим замірам складає $2,2 - 3,1 \text{ м}^3 / \text{т}$ добового видобутку, по категорійним замірам складає - $5,7 - 14,3 \text{ м}^3/\text{т}$ добового видобутку. Шахта віднесена до III категорії по метану.

Подальша розробка вугільних пластів по газовому фактору буде здійснюватись в сприятливих умовах.

Всі вугільні пласти і пісковики в межах шахтного поля вибухобезпечні. Виробки, які проходять по вміщуючим породам, силіконебезпечні.

Вугільний пил оцінюваних пластів вибухонебезпечний. Оцінювані пласти не схильні до самозаймання.

У техніко-економічному обґрунтуванні доцільності відпрацювання запасів вугілля здійснено розрахунок необхідних капітальних вкладень, чисельності працівників, вартості основних та промислово-виробничих фондів, собівартості видобутку вугілля, вартості реалізації вугілля, прибутку від реалізації, грошового потоку, а також показників ефективності розробки вугілля.

Технологічними рішеннями, що використані для техніко-економічних розрахунків зберігається існуюча схема розкриття шахтних полів, схема

підготовки і система розробки вугільних пластів. Прийнята річна потужність шахти «Самарська» при 305 робочих днях складе 1650 тис. т, її термін служби як самостійної одиниці складе 19,7 років. Рядове вугілля видається з зольністю 42,3%. Поле шахти «Самарська» поділене на шість блоків і розкрите двома вертикальними центральнo-здвоєними стовбурами, розташованими, приблизно, в середині шахтного блоку № 1. Розкриття видобувних блоків здійснюється квершлагами та вентиляційними стволами від магістральних штреків горизонту двісті і двісті п'ятдесят метрів. Головний і допоміжний стволи діаметром відповідно 6 і 6,5 м пройдені на повну глибину до горизонту 300 м.

Проведення розкривних і підготовчих виробок шахти «Самарська» проводиться за допомогою прохідницьких комбайнів типу КСП-32, КСП-33, ЕВ2-160, ККД, з установкою металевого аркового кріплення типу КШПУ-15,0 (17,7) з щільністю 1,25; 1,43; 2 рами на 1 п.м, а проходження розрізних печей проводиться нарізними комбайнами КН-78. Навантаження гірничої маси при проходженні та ремонті гірничих виробок проводиться в шахтні вагонетки типу ВГ-3,3 і стрічкові конвеєра 2ЛТП80П, 2Л1000КСП.

Для відпрацювання пластів шахти «Самарська» прийнята панельна схема підготовки.

Система розробки - довгими стовпами по підняттю і по простяганню одинарними лавами.

Між дренажними і панельними виробками пройдені виймальні вантажно-людські і конвеєрні штреки, якими оконтурюються виймальних стовпи по падінню.

Спосіб управління покрівлею - повне обвалення.

Система розробки - довгими стовпами по простяганню.

Для шахти «Самарська» установлені такі діючі кондиції:

Для балансових запасів вугілля марок Г та ДГ, що використовується як енергетичне паливо:

1) мінімальна потужність пласта простої і складної будови (за сумою вугільних пачок і внутрішніх породних прошарків та нестійких вуглистих порід покрівлі і підосви) - 0,60 м;

2) максимальна зольність вугілля по пласту з урахуванням 100% засмічення внутрішньопластовими породними прошарками і нестійкими вуглистими породами покрівлі та підосви пласта - 30%;

3) мінімальна потужність розділяючого породного прошарку для селективного підрахунку запасів вугільних пачок робочого пласта, що розщеплюється - 2,5 м для нижньої пачки вугільного пласта, для верхньої – 1,0 м.

Для позабалансових запасів вугілля:

1) мінімальна потужність пласта простої та складної будови - 0,45 м;

2) максимальна зольність вугілля з урахуванням засмічення внутрішньопластовими породними прошарками і вуглистими породами на зовнішніх контактах - 35%.

Ширина зони непідрахунку запасів уздовж розривних тектонічних порушень в обох крилах зміщувачів:

-30 м- для порушень з амплітудою 1,0 - 10,0 м,

-50 м - для порушень з амплітудою 11,0 - 100,0 м,

-100 м - для порушень з амплітудою понад 100 м.

Для підрахунку запасів шахтного газу (метану) вугільних родовищ в зонах технологічно неминучої дегазації та дренажу під час розробки вугілля:

1) мінімальна метаносність балансових і позабалансових вугільних пластів і пластів-супутників, які включаються до підрахунку запасів газу (метану) вугільних родовищ - 10 м /т с.б.м.;

2) мінімальна потужність зближених некондиційних вугільних пластів і пропластків, які включаються до підрахунку запасів газу (метану) вугільних родовищ в зонах технологічно неминучої дегазації та дренажу під час розробки робочого вугільного пласта - 0,1 м;

- 3) мінімальна потужність вуглевміщуючих порід-колекторів (пісковиків) в зоні дренажу видобувних гірничих виробок -5 м;
- 4) показник ефективності дегазації - 20%.

Висновки за розділом. За адміністративним поділом поле шахти «Самарська» розташовано на території Павлоградського району Дніпропетровської області на схід від м. Павлограда. В геоструктурному відношенні поле шахти «Самарська» приурочено до північно-східного схилу Українського кристалічного щиту та знаходиться в південній частині Центрального грабену Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району.

Будова шахтного поля складна. Широко розвинуті диз'юнктивні та плікативні форми дислокацій. На 01.01.2020 р. фактична виробнича потужність шахти складала 1650 тис. т. За витриманістю основні пласти вугілля поля шахти «Самарська» характеризуються: відносно витримані c_6 , c_5 , c_4^2 , c_4 , c_1 ; невитримані - c_4^1 . Всі пласти відносяться до групи тонких і дуже тонких.

На території полі шати «Самарська» виділяються водоносні комплекси у четвертинних і неоген-палеогенових відкладах кайнозою, у кам'яновугільних відкладах палеозою. Водоносні горизонти мають різний ступінь гідравлічного взаємозв'язку поміж собою і з поверхневими водами.

Середня відносна метаносність лав відроблюваних вугільних пластів c_5 , c_4 , c_1 по плановим замірам складає 2,2 - 3,1 м³ /т добового видобутку, по категорійним замірам складає - 5,7 - 14,3 м³/т добового видобутку. Шахта віднесена до III категорії по метану.

Вугілля всіх пластів задовольняють технічним вимогам ГОСТ 537-85 і можуть бути використані в якості енергетичної сировини і в шихті для шарового коксування. Оцінка германієності вугільних пластів виконувалась за даними ядерного опробування. Вміст германію в балансових запасах вугілля складає - 8,4 г/т вугілля.

2 МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

Для виконання завдання з аналізу розподілу германію, потужності пласта, зольності вугілля пласта c_4^1 шахти «Самарська» було використано методи математичного моделювання та геологічні і аналітичні методи.

Була проаналізована гірничо-геологічна характеристика будови поля шахти «Самарська».

Усі карти були побудовані з використанням програми Golden Software Surfer [11]. Для побудови карт та подальших математичних операцій над цими картами в геоінформаційних системах (в нашому випадку це Golden Software Surfer), необхідно було отримати дані які задовольняють потребам програмного забезпечення.

Зазвичай вихідні геологічні дані базуються на результатах бурових та, в подальшому, камеральних робіт під час, наприклад, розвідки родовища корисних копалин. Такі дані мають просторову прив'язку до місця знаходження свердловини (довгота, широта або просто x, y).

В нашому випадку вихідними даними є встановлені за даними опробування керна свердловин вміст елементу - германію, сірки загальної, потужності пласту, зольності вугілля, абсолютної позначки ґрунту пласту.

Ці дані мають нерівномірне розподілення у просторі. Тому їх необхідно було привести до нормованої сітки даних. Для цього в програмному забезпеченні використовується процедура ґрідінгу [12].

Ґрідінг (gridding) - це процедура переходу від нерівномірного розподілу точок вихідних даних до рівномірного в вузлах сітки (grid), розміри якої задаються геологом.

Мета ґрідінгу - визначення значень у вузлах заданої правильної мережі. Необхідні значення можна знайти, використовуючи вже наявні вихідні дані використовуючи інтерполяцію.

В загальні завдання інтерполяції можуть бути одномірні (дані за профілем), двовимірні (карти) і тривимірні (в обсязі). Всі ці варіанти зустрічаються в практиці геологічної розвідки родовищ. Але, в моєму випадку було завдання інтерполяції на площині, тобто двовимірна інтерполяція.

Зазвичай, при побудові сітки даних, рекомендується використовувати метод інтерполяції Крайгінг (Kriging), оскільки він вважається одним з найбільш гнучких і точних методів побудови сітки та створює хорошу карту для більшості наборів даних. Він також може компенсувати кластеризовані дані, надаючи меншу вагу кластеру в загальному прогнозі. Одним з недоліків метода Крайгінг є те, що він може бути повільнішим, ніж інші методи [12].

Кожне значення вузла сітки засноване на відомих точках даних, сусідніх з вузлом. Кожна точка даних зважується по її відстані від вузла. Таким чином, точки, які знаходяться далі від вузла, матимуть меншу вагу в оцінці вузла.

Основна формула Крайгінгу формується як зважена сума даних [13]:

$$\hat{z}(s_0) = \sum_{i=1}^N \lambda_i z(s_i) \quad (2.1)$$

де S_i - значення в місці розташування i ,

λ_i - вага для вимірюваного значення в місці розташування i ,

S_0 - розташування прогнозу,

N - кількість вимірюваних значень.

Моделювання поверхні – в Surfer позначається як Terrain Modeling. Terrain (далі Террейн) – це зображення земної поверхні. Моделювання террейну, може використовуватися для аналізу геометрії сіткового файлу різних науках про Землю. Результати моделювання базуються на напрямку градієнта (напрямку найбільшого нахилу в даній точці), а не на заздалегідь заданому напрямку, як в разі спрямованих похідних [11].

При моделюванні террейну можна використовувати п'ять операцій: Нахил террейну (Terrain Slope), Аспект або експозиція террейну (Terrain

Aspect), Профільна кривизна (Profile Curvature), Планова кривизна (Plan Curvature) та Тангенціальна кривизна (Tangential Curvature) [12].

При виборі останніх чотирьох операцій можна задавати значення «порогу» (Threshold). В областях, де найбільший нахил прямує до нуля (де поверхня майже горизонтальна), важко буває визначити напрямок градієнта. У подібних випадках краще поверхню класифікувати як пласку. Порог - це мінімальне значення нахилу, для якого ще обчислюються експозиція і кривизна.

Нахил террейну робить обчислення нахилу поверхні в кожному вузлі сітки. Одержувані значення - це кут в градусах, що змінюється від 0 до 90. Для кожної конкретної точки поверхні нахил террейну визначається за напрямом самого крутого спуску або підйому.

Експозиція - це кут, що відлічується за годинниковою стрілкою між напрямком на північ і напрямком вектору градієнта в точці. Цей метод робить обчислення азимута напрямку «вниз» для найбільшого нахилу (тобто азимуту падіння) в кожному вузлі сітки. Цей напрямок завжди перпендикулярний контурним лініям та точно протилежний напрямку градієнта. Значення експозиції - це азимутальний кут, де 0 вказує на північ, а 90 - на схід [11]. Отже, метод експозиції, дає можливість виявити зони з найінтенсивнішим перегином лише для таких локальних структур що мають велику амплітуду і вісь яких направлена перпендикулярно напрямку падіння пласту. Профільна кривизна визначає ступінь зміни нахилу поверхні в напрямку градієнта для кожного вузла сітки. Профільна кривизна подібна до другої дирекційної похідної, але є більш потужним інструментом, тому що автоматично визначає напрямок найбільшого нахилу.

Профільна кривизна визначається за формулою [11]:

$$K_p = \frac{rp^2 + 2spq + tq^2}{(p^2 + q^2)(1 + p^2 + q^2)^{3/2}}, \quad (2.2)$$

де $p = \frac{\partial Z}{\partial X}$, $q = \frac{\partial Z}{\partial Y}$, $r = \frac{\partial^2 Z}{\partial X^2}$, $s = \frac{\partial^2 Z}{\partial X \partial Y}$, $t = \frac{\partial^2 Z}{\partial Y^2}$ - похідні поверхні $Z(X, Y)$

Вона менше нуля, коли поверхня опукла та більша за нуль, коли поверхня увігнута; дорівнює нулю для прямолінійного профілю схилу.

Планова кривизна - це кривизна поверхні в напрямку, перпендикулярному до напрямку максимального нахилу. Її також називають горизонтальною кривизною.

Вона визначає кривизну горизонталей і обчислюється за формулою [13]:

$$K_H = \frac{rq^2 - 2spq + tp^2}{(p^2 + q^2)^{3/2}}. \quad (2.3)$$

де $p = \frac{\partial Z}{\partial X}$, $q = \frac{\partial Z}{\partial Y}$, $r = \frac{\partial^2 Z}{\partial X^2}$, $s = \frac{\partial^2 Z}{\partial X \partial Y}$, $t = \frac{\partial^2 Z}{\partial Y^2}$ - похідні поверхні $Z(X, Y)$

Як і профільна кривизна, вона приймає значення менше нуля, коли поверхня опукла, більше нуля, коли поверхня увігнута та дорівнює нулю для прямолінійних горизонталей.

Останнім методом моделювання рельєфу що надає Surfer є тангенціальна кривизна [12]. Цей метод вимірює кривизну щодо вертикальної площини, перпендикулярної напрямку градієнта або перпендикулярної ізолінії на контурній карті. Негативні і позитивні значення означають те саме, що й у планової кривизни, але значення кривизни інші.

Отже, методи моделювання рельєфу дозволяють виявити зони, де поверхні мають інтенсивні викривлення.

Серед них можна, як найбільш ефективний, виділити метод нахилу террейну. Він дозволяє виявити зони з найбільш інтенсивним перегином (найбільші кути падіння на карті нахилу террейну), як для локальних структур, що мають вісь перпендикулярну до напрямку падіння поверхні, так і для таких, що мають вісь паралельну до напрямку падіння поверхні.

Методи профільної, планової і тангенціальної кривизни також дозволяють виявити локальні викривлення поверхні [11], але їх недолік полягає у тому, що профільна кривизна дозволяє виявити зони з перегином для локальних структур, що мають вісь паралельну до напрямку падіння поверхні, а планова і тангенціальна дозволяє виявити зони з перегином для локальних структур, що мають вісь перпендикулярну до напрямку падіння поверхні.

Оператор Градієнта створює сітку зі значеннями найбільших нахилів (тобто величин градієнтів) в кожній точці поверхні. Це подібно нахилу террейну, але оператор градієнта дає результат кутовому коефіцієнті, а не в градусах. Крім того, напрямок градієнта протилежний нахилу террейну. Оператор градієнта дорівнює нулю для горизонтальної площини і прагне до нескінченності для вертикальної.

Оператор градієнта у випадку просторової ротації в середовищі Surfer обчислюється за наступною формулою [13]:

$$\|\vec{g}\| \approx \sqrt{\left(\frac{Z_E - Z_W}{2\Delta x}\right)^2 + \left(\frac{Z_N - Z_S}{2\Delta y}\right)^2} \quad (2.4)$$

Оператор Лапласа забезпечує вимір ступеня накопичення або розвантаження води, вилитої на поверхню [11]. Позитивні значення відповідають областям накопичення, а негативні – розвантаження. Оператор зазвичай застосовується для розрахунків в тих областях, де величина локального потоку пропорційна локальному градієнту (наприклад, в гідрогеології, термодинаміки, електродинаміці).

Реалізація в Surfer оператора Лапласа генерує сітку, використовуючи стандартну п'ятиточкову центральну різницеву формулу [12]:

$$\nabla^2 Z(x,y) = \left(\frac{Z_E - 2Z + Z_W}{\Delta x^2} \right) + \left(\frac{Z_N - 2Z + Z_S}{\Delta y^2} \right) \quad (2.5)$$

Висновки за розділом. Загалом, можливо зробити висновок, що найбільш прийнятними для встановлення особливостей розподілу германію та інших розглянутих у роботі параметрів, що краще працюють в умовах поля шахти «Самарська», є наступні методи аналізу просторових даних: метод інтерполяції Крайгінг (для побудови вихідних карт різних за фізичним сенсом поверхонь), метод тренду (для побудови карт тренду, або регіональної складової різних за фізичним сенсом поверхонь), метод градієнт оператора (для побудови карт градієнту зміни показників поверхонь), методу вирахування з вихідних поверхонь тренд поверхонь (для побудови карт локальної складової різних за фізичним сенсом поверхонь). Побудовані за допомогою методів математичного модулювання що реалізовані в геоінформаційної системі Golden Software Surfer карти дозволять виконати аналіз особливостей розподілу германію, зольності вугілля та потужності по площі вугільного пласту с₄¹ шахти «Самарська».

3 АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЗВ'ЯЗКУ ГЕРМАНІЮ ІЗ ЗОЛЬНІСТЮ ВУГІЛЛЯ ТА ПОТУЖНІСТЮ ПЛАСТА С₄¹ ПОЛЯ ШАХТИ «САМАРСЬКА»

3.1 Аналіз літературних джерел про зв'язок германію зі зольністю вугілля

Перші спостереження зв'язку вмістів рідкісних елементів та германію у вугіллі зі зольністю належать В. Гольдшмідту [14]. Він зазначив, що золи блискучого малозольного вугілля багатше германієм, ніж золи більш зольного вугілля. Враховуючи грубо-напівкількісний характер аналізу та малу кількість даних, зробити висновок про те, що малозольні вугілля (а не золи малозольного вугілля) збагачені германієм, можна лише з обережністю. Зауважимо, що сам Гольдшмідт нічого подібного не писав. У згаданій вище знаменитій статті В. Гольдшмідта і К. Петерса написано лише таке: «... найбільш сильне накопичення рідкісних елементів ми спостерігаємо в золі такого вугілля, яке відрізняється низькою зольністю. У багатого золою кам'яного вугілля накопичення рідкісних елементів у золі переважно проявлено не так сильно» [14, с. 42]».

Однак у літературі 1940 - 1960 рр. з посиланням на Гольдшмідта з'явилося твердження про збагачення германієм малозольного вугілля, що цілком можливо — але лише порівняно як рідкісний випадок. Такі посилання можна було зустріти, наприклад, у роботах А.Б. Вістеліуса [15], К.Ю. Волкова [16], Ю.А. Ткачова [17] та ін. При цьому були допущені дві помилки: а) перерахунки вмістів германію із золи на вугілля не проводилися - збагачення германієм золи апіорно переносилося і на вугілля; б) не було прийнято до уваги, що більшість «германієносного малозольного вугілля» було представлено специфічним вугільним літотипом — вітреном.

Тим не менш, оскільки, починаючи з Гольдшмідта, всі дослідники визнавали, що причиною накопичення германію у вугіллі є захоплення його

вугільною органічною речовиною, то твердження про те, що чим менше у вугіллі органічної речовини (тобто чим більше золи), тим більш менше повинно бути і Ge, здавалося багатьом не тільки вельми ймовірним, але навіть очевидним, що не потребує доказів. Саме так висловлювався І.П. Ломашов — один із авторів монографії «Германій у вкопному вугіллі»: «У літературі іноді зустрічаються підтверджені графічним і табличним матеріалом вказівки про те, що вміст германію у вугіллі зменшуються зі збільшенням їхньої зольності. Оскільки германій у вугіллі пов'язаний переважно з його органічною частиною... такі заяви... зайві. Само собою зрозуміло, що якщо зола по відношенню до германію - речовина стороння і значною мірою випадкова, то збільшення її, безумовно, спричинить зменшення процентного вмісту германію, оскільки воно відноситься не до органічної частини вугілля, а до всієї його маси» [18, с. 124].

Проте вже 1946 р. В.М. Ратинський, який вивчав вугілля Хумаринського родовища на Кавказі, дійшов висновку про відсутність зв'язку між їхньою зольністю та вмістом германію [19]. В.М. Єршов математично опрацював дані В.М. Ратинського, обчисливши коефіцієнт кореляції в координатах "логарифм зольності - логарифм вмісту Ge у вугіллі" і отримав незначну величину, тобто підтвердив відсутність зв'язку вмісту германію із зольністю [20].

Потім, у зв'язку з масовим випробуванням вугілля колишнього СРСР на Ge, що розгорнулося, статистичній обробці були піддані величезні масиви аналітичної інформації. Дані, наведені у працях Є.О. Погребницького, А.А. Плісова, Ф.Я. Саприкіна, Є.М. Кириллова, Я.Е. Юдовича з вугілля Донецького, Кузнецького, Підмосковного, Кізельського, Ленського та Колимо-Індигірського басейнів принесли ще більш несподіваний результат: між зольністю вугілля і вмістом в них Ge виявилася значна позитивна кореляція [15, 16, 18, 19].

Так, у вугільній геохімії позначився парадокс зольності, він оголив ущербність двокомпонентної моделі вугілля у вигляді «беззольна органічна речовина (носій і концентратор Ge) + зола (стерильна за Ge)». Таким чином, на різних родовищах і навіть різних пластах одного і того ж родовища в координатах «зольність - вміст Ge у вугіллі» і «зольність - вміст Ge в золі» можна спостерігати різні типи залежностей.

3.2 «Закон Зільбермінця» і зв'язок германію зі потужністю вугільних пластів

У 1936 р. у роботі В.А. Зільбермінця та його колег з вугілля Донецького басейну [21] вперше описано явище зонального розподілу Ge у колонках вугільних пластів — з накопиченням його в контактних зонах, а також у пачках біля внутрішньопластових прошарків породи - партингів. У 19 зразках вугілля із західної частини Донбасу вміст Ge було оцінено в інтервалі «0,1 — 1%», причому в 11 з них — «ближче до 1%». Виявилося, що всі германієносні зразки були взяті з контактних частин пластів. У 1966 р. А.В. Павлов запропонував назвати цю емпіричну закономірність «законом Зільбермінця» [22]. Відносно накопичення Ge у контактних зонах вугільних пластів треба зазначити два важливих моменти: 1) збагачення Ge відбувається зазвичай у зонах потужністю до 0,3м; 2) незважаючи на низку ускладнюючих факторів прояв «закона Зільбермінця» у тій чи іншій формі фіксується у переважній більшості вугільних басейнів та родовищ світу.

В даний час дослідники відзначають такі варіанти розподілу Ge в колонці вугільного пласта: а) збагачення у ґрунту та покрівлі (пласти простої будови); б) біля покрівлі, ґрунту та внутрішньопластових прошарків (пласти складної будови); в) лише біля покрівлі; г) тільки біля ґрунту; д) рівномірний розподіл по розрізу пласта, при загальному підвищеному вмісті (зазвичай це пласти потужністю не більше 0,6 м).

Одночасно з відкриттям феномена контактового збагачення була встановлена ще одна емпірична закономірність (дуже неприємна для геологів, орієнтованих на пошуки германієносного вугілля): зворотна залежність германієносності вугілля від потужності вугільних пластів. Наприклад, як зазначає В. Р. Клер [23, с. 125], на Донбасі, в межах одного вугільного пласта мінливої потужності, «вміст Ge за контуром робочої потужності зазвичай у 2 рази і більший, ніж у межах промислового контуру». Відомо, що для Донбасу робочою потужністю пластів є 0,6 м.

У більшості випадків за інших рівних умов (зокрема, в межах одного і того ж вугленосного басейну або родовища), чим потужніший вугільний пласт, тим нижче в ньому середній вміст Ge. Тонкі непромислові вугільні пласти та прошарки майже завжди германієносні, тоді як потужні промислові пласти містять Ge у 10–100 разів менше.

Різні дослідники в різний час робили спроби пояснити цей феномен у термінах фацій вуглеутворюючих торфовищ або термінах швидкості торфонакопичення.

Проте, всі ці «сингенетичні» тлумачення феномена збагачення тонких пластів германієм видаються неспроможними. Природа цієї закономірності інша.

Справа в тому, що потужність зон контактового збагачення пластів Ge та іншими елементами-домішками не залежить від потужності пластів; вона скрізь приблизно однакова і коливається у вузьких межах від 10 до 30 см. Тому тонкий вугільний пласт геохімічному відношенні відрізняється від потужного пласта підвищеним вкладом контактних зон.

Наприклад, якщо у пласті потужністю 2 м частка двох контактних зон потужністю по 10 см становить лише 10% за обсягом, то при тій же товщині контактних зон у тонкому шарі потужністю 0,4 м вони становитимуть 50%. Якщо ж ми маємо малопотужний вугільний прошарок потужністю всього 10 см, то його можна розглядати, як дві контактні зони, що злилися

(накладені одна на одну) — верхню і нижню. Такий пласт має бути багатшим германієм, ніж кожна з контактних зон потужного пласта окремо.

Отже, таким чином, зворотна залежність германієності вугільних пластів від їхньої потужності отримує просте тлумачення

3.3 Особливості розподілу зольності за площею вугільного пласта с₄¹ шахти «Самарська»

Карта зміни зольності за площею вугільного пласта с₄¹ наведена на (рисунок 3.1). Зольність змінюється у досить широких межах від 1,06% до 38,9% і не пов'язана з напрямом падіння вугільного пласта. Середнє значення зольності вугілля пластом становить 8,55%.

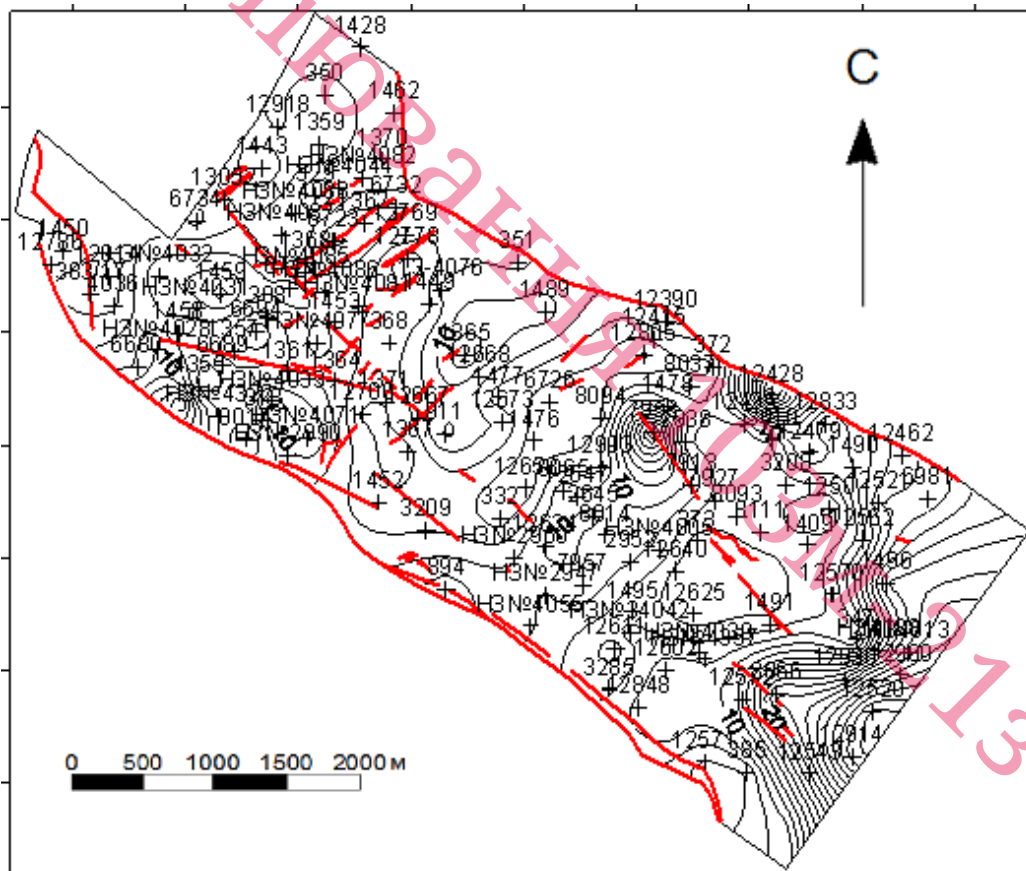


Рисунок 3.1 – Карта нормованої зольності по пласту с₄¹ шахти «Самарська»

Загалом виділено 5 найбільш значущих позитивних аномалій зольності. Перша та найбільша аномалія пов'язана зі свердловинами № 12520, № 12914 та № 12900 (38,9%, 37,2% та 31,1%), які розташовані у південній частині шахтного поля. З південного заходу аномалія обмежена свердловиною № 12543 та розривним порушенням північно-західного простягання, з північного заходу свердловинами № 8066, № 12936, з північного сходу свердловина № Н34013 та з південного сходу кордоном шахтного поля.

Наступні 2 аномалії знаходяться також на південному сході шахтного поля, це свердловини № 1496 і № 8066, розташовані відповідно на північ і на північ від першої аномалії (значення вмісту золи 24,5% і 24,8%). Ще 2 позитивні аномалії знаходяться на північному сході та приурочені до свердловин № 12428 та № 7958 (значення зольності 31,5% та 27,4% відповідно). Мінімальне значення зольності вугілля пласта відзначено на ділянці свердловини № 1250 і становить 1,06%, вона розташована на південному сході між двома першими позитивними аномаліями.

У регіональному плані (рисунок 3.2) значення зольності збільшуються із північного заходу на південний схід від 3,0% до 13,5% відповідно. Простягання ізоліній цього параметра з південного заходу на північний схід.

На рисунку 3.3 наведена карта локальної складової зольності вугільного пласта c_4^1 . Позитивні локальні значення зольності у вугільному пласті спостерігаються у південно-східній (свердловини №12520, №12914, №12900, №1496 та №8066, значення 25, 23, 17, 14 та 16 відповідно) та північно-східній (свердловини №124 №7958, значення 20 та 17) частини шахтного поля, негативні локальні значення спостерігаються між позитивними - (свердловина № 1250, значення -10).

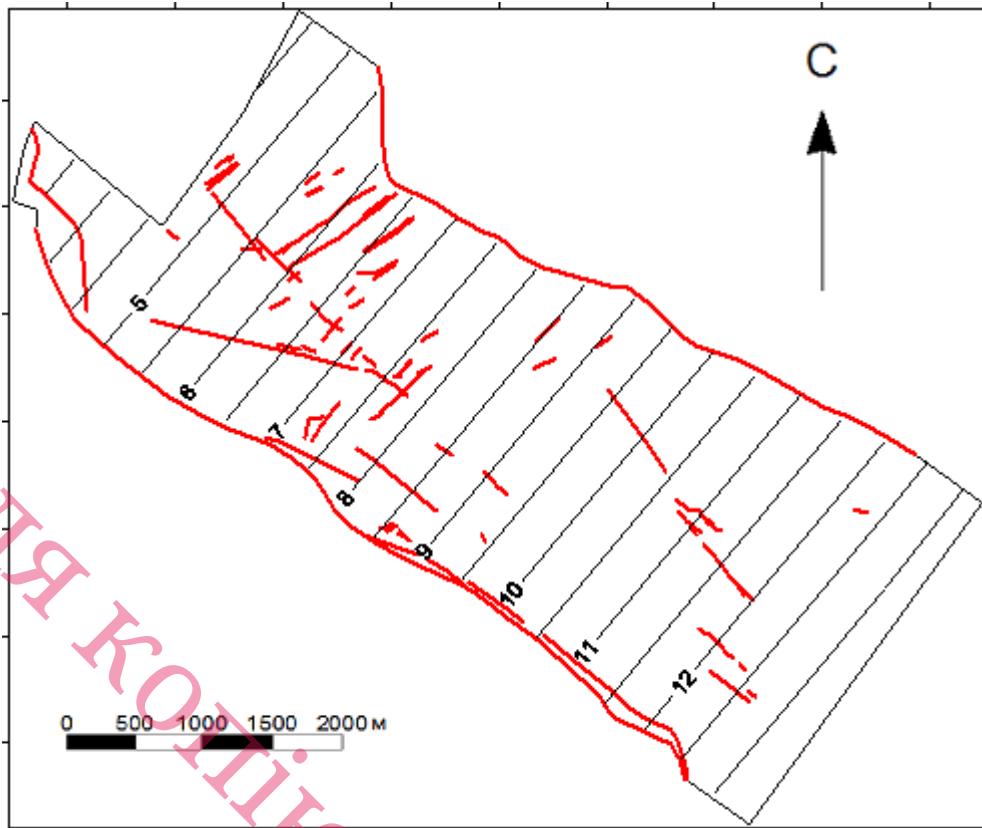


Рисунок 3.2 – Карта регіональної складової зольності по пласту с₄¹

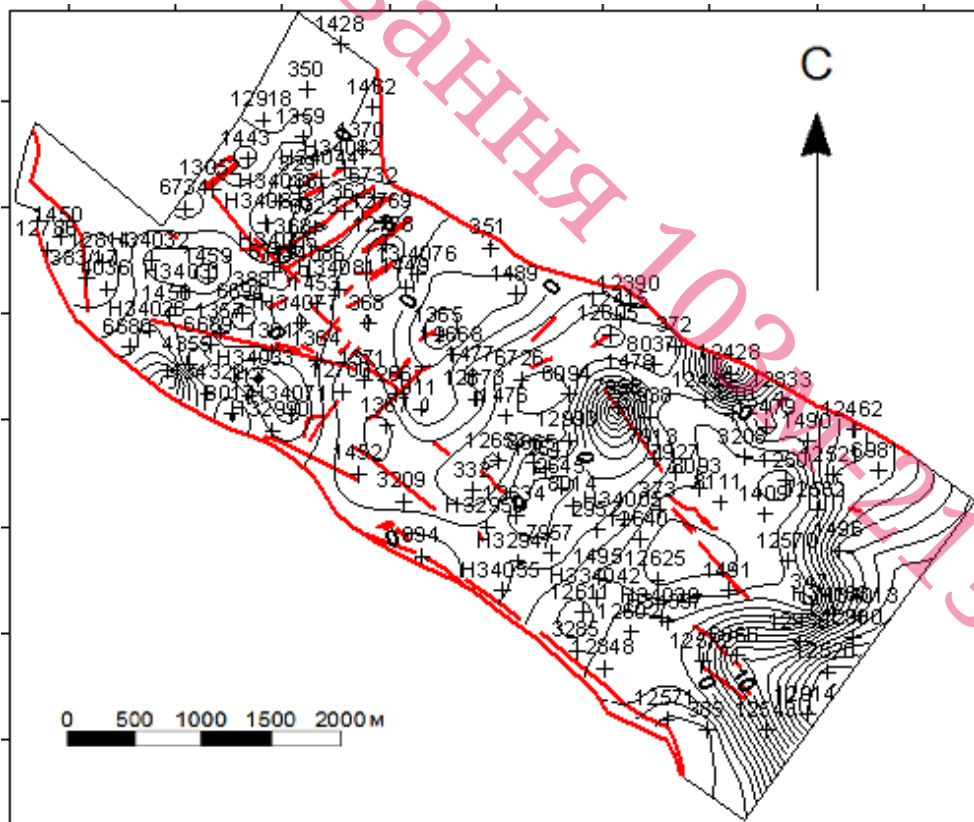


Рисунок 3.3 – Карта локальної складової зольності вугільного пласта с₄¹

3.4 Особливості мінливості підземного рельєфу ґрунту вугільного пласта с₄¹ шахти «Самарська»

Як вже було зазначено, в цілому поле шахти характеризується спокійним моноклінальним заляганням осадової товщі карбону (рисунок 3.4) із загальним падінням на північ і північний схід під кутами 2-6°, які зростають поблизу зон тектонічних порушень до 14° із загальним простяганням у північно-західному напрямку.

Абсолютні позначки ґрунту пласта с₄¹ на полі шахти коливаються від мінімального -29,04 м у свердловині № Н34410, розташованій в південній частині шахтного поля до -164,88 м у свердловині №1446, розташованій на півночі ділянки, середнє значення глибини залягання ґрунту пласта становить -104,97 м.

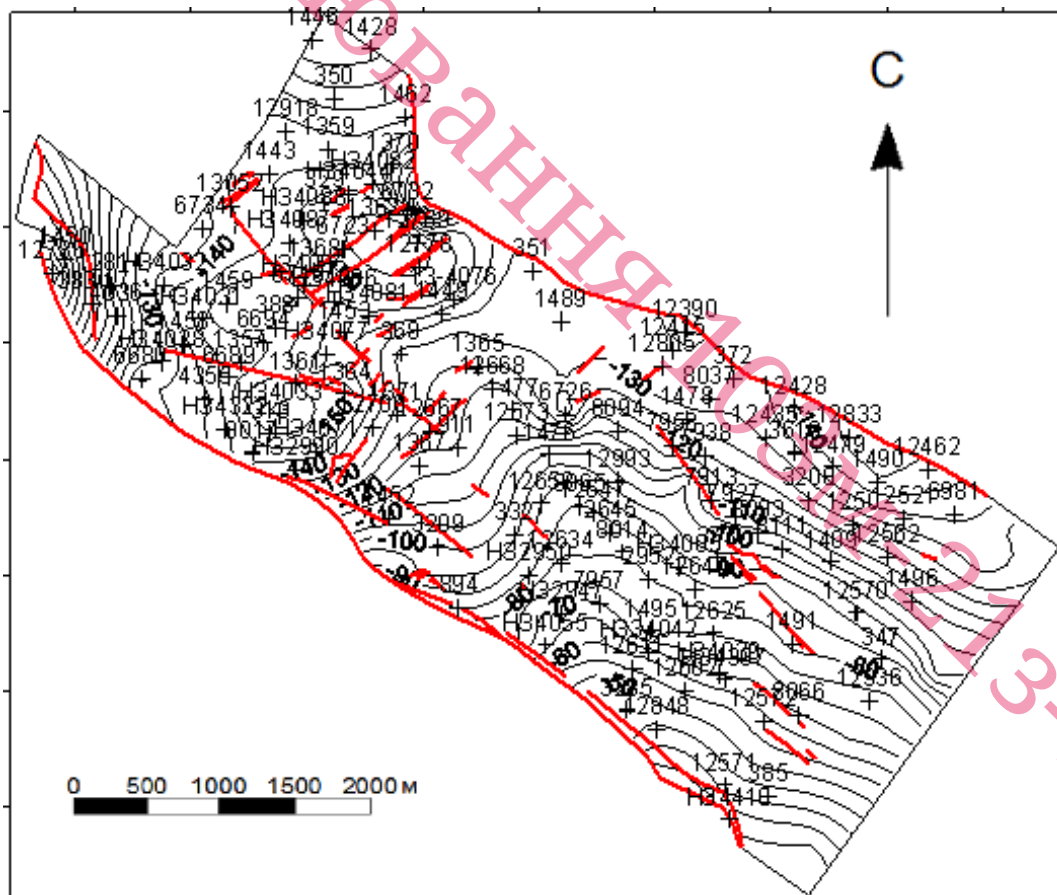


Рисунок 3.4 – Карта підземного рельєфу ґрунту вугільного пласта с₄¹ шахти «Самарська»

Регіональна складова мінливості підземного рельєфу ґрунту вугільного пласта c_4^1 на площі шахтного поля відображена на карті тренду (рисунок 3.5). У регіональному плані цільовий вугільний пласт занурюється з південного заходу на північний схід зі зміною глибини залягання від -50 м до -190 м. Простягання ізоліній з південного сходу на північний захід.

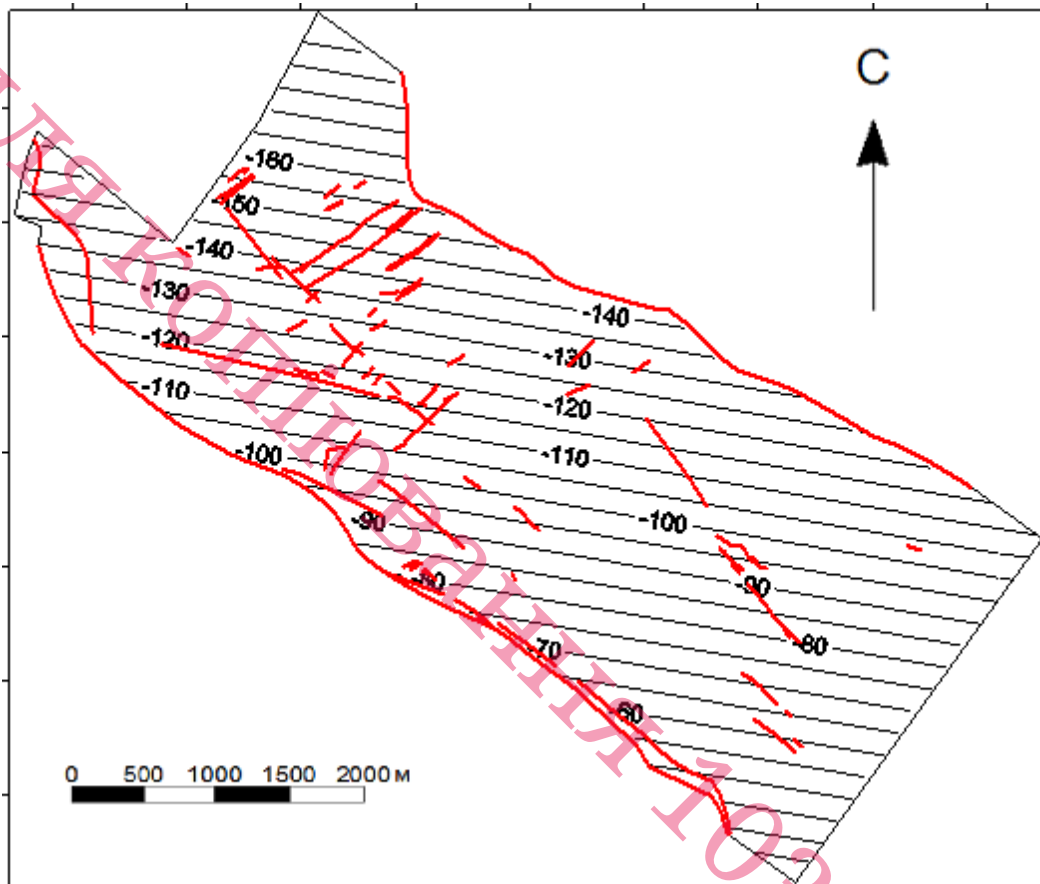


Рисунок 3.5 – Карта регіональної складової мінливості підземного рельєфу ґрунту вугільного пласта c_4^1 шахти «Самарська»

Локальні відхилення підземного рельєфу ґрунту вугільного пласта c_4^1 за площею шахтного поля оцінені за допомогою карти локальних структур (рисунок 3.6). При знятті регіонального нахилу пласта з допомогою тренд-аналізу поверхнею апроксимації першого порядку було виявлено локальні складчасті структури. На тлі більш дрібних складок виділено одну синклінальну складку, яка розташована на заході шахтного поля

(свердловина № НЗ4033, зі значенням -55) та одну антиклінальну складку, розташовану північніше на захід від синклінальної (свердловина № 12786 зі значенням 75).

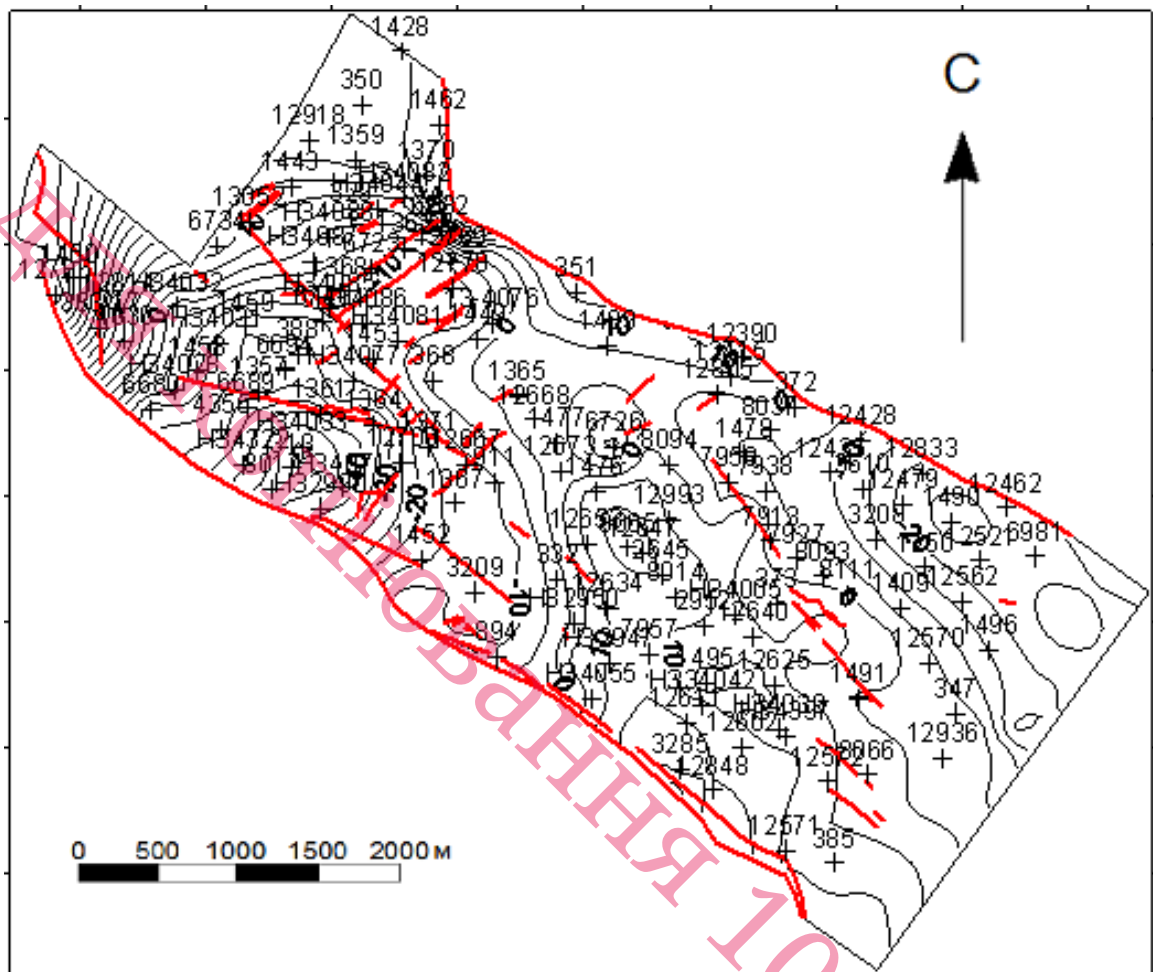


Рисунок 3.6 – Карта локальної складової мінливості підземного рельєфу ґрунту вугільного пласта s_4^1 шахти «Самарська»

3.5 Особливості розподілу потужності за площею вугільного пласта s_4^1 шахти «Самарська»

Карта ізопакіт вугільного пласта, наведена на (рисунку 3.7) характеризується нерівномірним розподілом потужності по пласту s_4^1 . Потужність вугільного пласта змінюється від 0,15 м до 1,1 м. На тлі дрібних аномалій можна виділити дві найбільші аномалії зі значенням потужності – 1,1 м (свердловини № НЗ4190 та № 1357) та дві найменші зі значенням

потужності – 0,15 м (свердловини № 13583 та № 379). Середня потужність вугільного пласта шахтного поля становить 0,85 м.

Перша найбільша аномалія знаходиться в південно-східній частині карти, вона приурочена до свердловини № Н34190, на північний захід вона обмежена негативними аномаліями, з південного заходу та північного сходу вона обмежена розривними порушеннями, з південного сходу вона обмежена свердловинами № 806 і № 12936. Градієнт мінливості потужності у широтному напрямку становить 0,76 м/км, у меридіональному – 0,8 м/км.

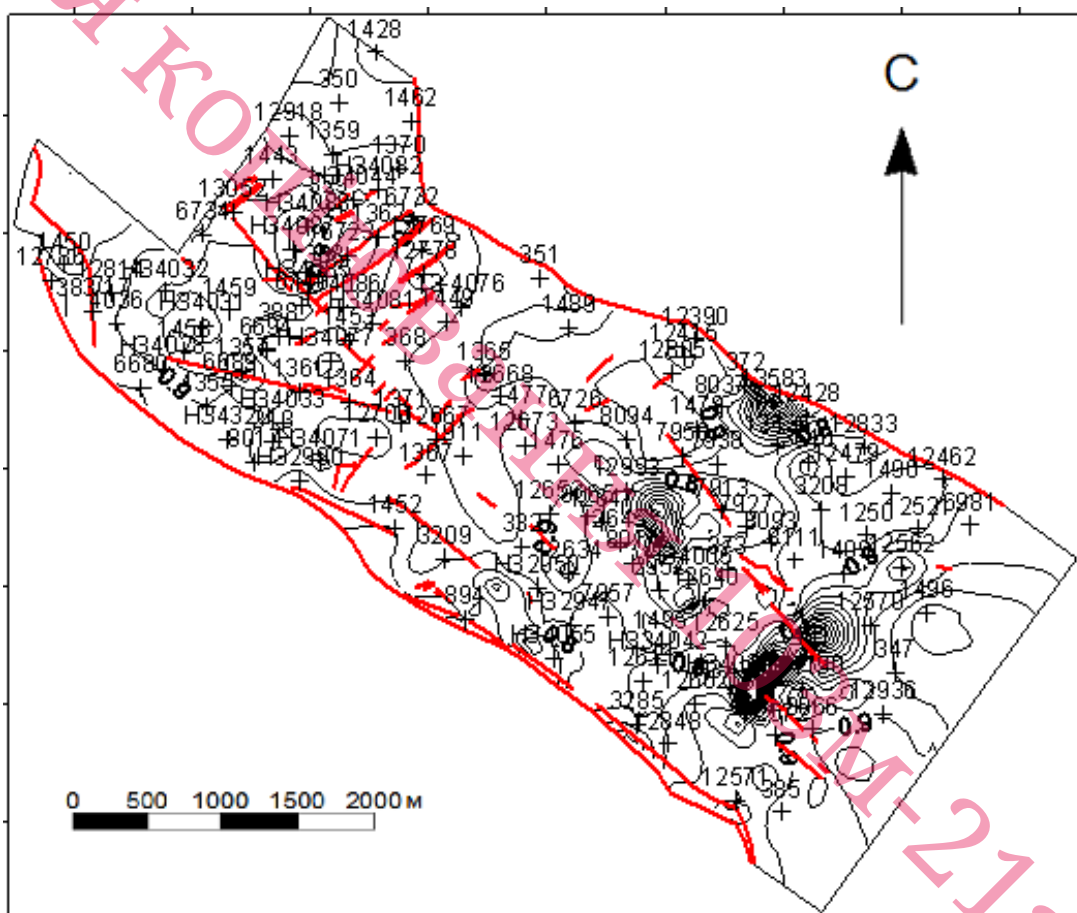


Рисунок 3.7 – Карта нормованих ізопакіт вугільного пласта s_4^1 шахти «Самарська»

Друга за величиною аномалія знаходиться у північно-західній частині шахтного поля, представлена свердловиною № 1357. Вона пов'язана з достатньо великим розривним порушенням північно-західного простягання.

З півдня аномалія обмежена розривним порушенням, зі сходу вона обмежена свердловинами № НЗ4077 та № 388, з півночі обмежена свердловиною №1459, із заходу – свердловинами № 1458 та № НЗ4031. Аномалія характеризується наступними градієнтами зміни потужності: у широтному напрямку 0,89 м/км, у меридіональному напрямку становить 0,67 м/м.

Перша найменша аномалія розташована на південному сході, на південний захід від першої позитивної аномалії. Аномалія приурочена до свердловини № 379. З північного сходу вона обмежена розривним порушенням, з південного сходу обмежена свердловиною № 12572, з північного заходу – свердловиною № 4039. Градієнт мінливості потужності в широтному напрямку становить 2,5 м/км - 2,22 м/км. Друга найменша аномалія розташована на північному сході шахтного поля, вона приурочена до свердловини № 13583. З північного сходу вона обмежена кордоном шахтного поля, з південного сходу обмежена свердловинами № 12428 та № 12435, з південного заходу – свердловиною № 1478, з північного заходу – свердловинами № 372 та № 8037. Градієнт мінливості потужності у широтному напрямку становить 1,24 м/км, у меридіональному – 1,58 м/км.

У регіональному плані потужність пласта c_4^1 змінюється з південного сходу на північний захід в інтервалі від 0,79 м до 0,92 м (рисунок 3.8).

Простягання ізоліній потужності вугільного пласта направлено з північного сходу на південний захід. Збільшення показника відбувається у напрямі занурення вугільного пласта. Таким чином, зі збільшенням глибини залягання вугільного пласта регіональна складова його потужності збільшується.

Локальні зміни потужності пласта c_4^1 характеризуються як позитивними, так і негативними змінами значень (рисунок 3.9).

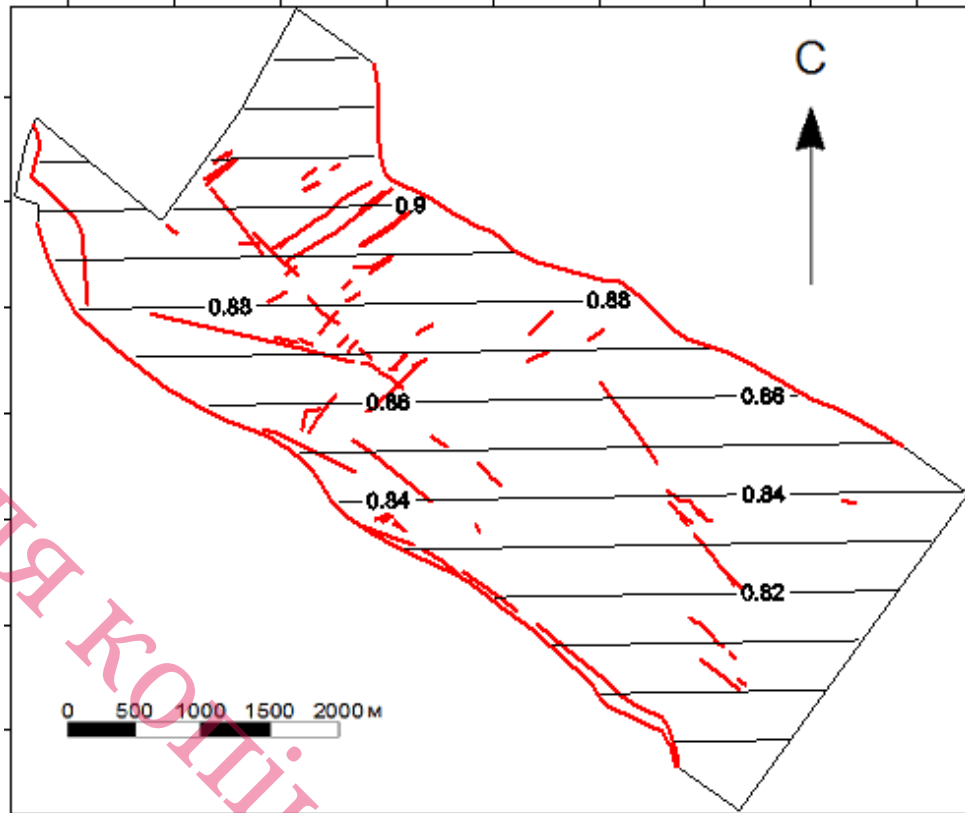


Рисунок 3.8 – Карта регіональної складової ізопахіт вугільного пласта c_4^1

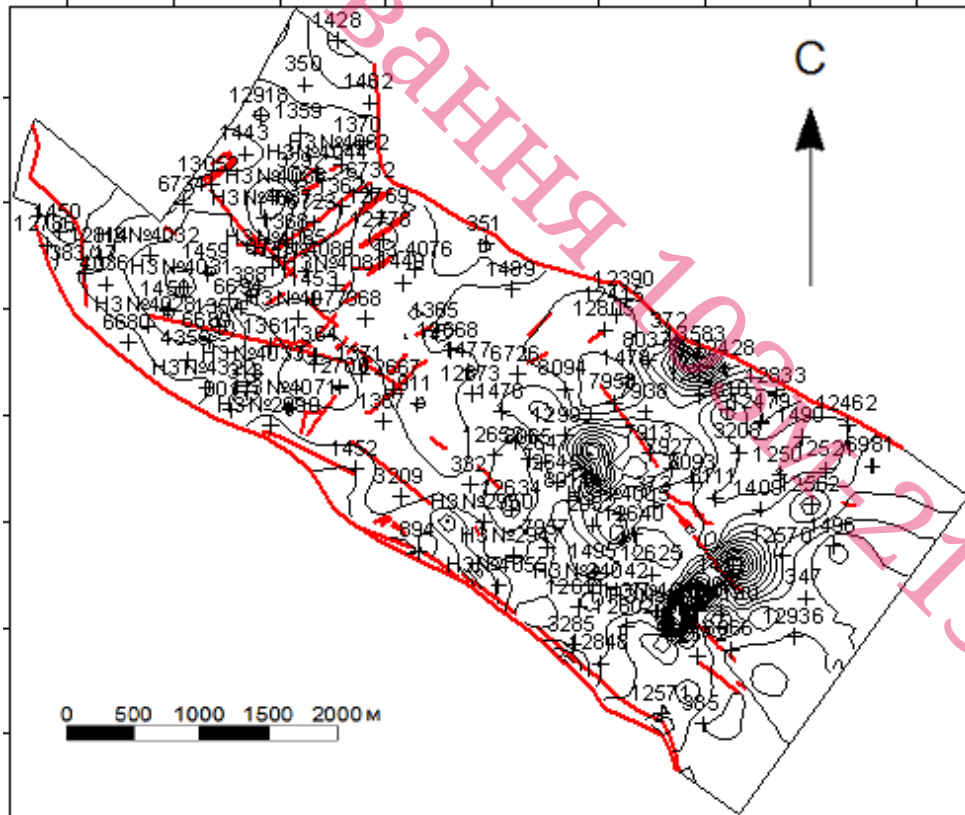


Рисунок 3.9 – Карта локальної складової ізопахіт вугільного пласта c_4^1

Позитивні локальні відхилення потужності розташовані у південно-східній (свердловина № Н34190, значення 0,25) та північно-західній частині шахтного поля (свердловина № 1357, значення 0,2).

Негативні відхилення розташовані у північно-східній частині шахтного поля (свердловина № 13583, значення – 0,65), у центральній частині (свердловина № 1472, значення – 0,4) та південно-східній частині (свердловини № Н324171, № Н34397 та № 379, значення - 0,4, - 0,35 та - 0,6 відповідно).

3.6 Особливості розподілу германію за площею вугільного пласта с₄¹ шахти «Самарська»

В межах поля шахти «Самарська» концентрація германію по пласту с₄¹ змінюється в межах від 1,3 г/т до 23,5 г/т. Середнє арифметичне значення вмісту Ge по пласту складає $7,3 \pm 0,3$ г/т, медіанне значення 6,3 г/т, модальне – 6,7 г/т, стандартне відхилення – 3,7 г/т, дисперсія становить 13,7 г/т, ексцес – 4,1 г/т, а асиметричність – 1,7 г/т. На діаграмі розподілу Ge (рисунок 3.10) у вугіллі пласта добре видно, що його розподіл суттєво відрізняється від розподілу Гауса або ж логнормального.

Зроблений візуальний аналіз підтверджується аналітичними розрахунками критеріїв Шапіро-Уїлка, згоди хі-квадрат Пірсона, Колмогорова – Смірнова та Ліллієфорса. У всіх випадках результати розрахунків підтвердили невідповідність вибірки нормальному або логнормальному закону розподілу. Таким чином, для більш реалістичної оцінки центральної тенденції вмісту германію замість значень середнього арифметичного необхідно використовувати медіанне значення показника. Також звертає увагу деяка бімодальність загального характеру розподілу германію. Це може вказувати на наявність щонайменше двох різних головних чинників, які могли суттєво вплинути на його розподіл у вугіллі пласта.

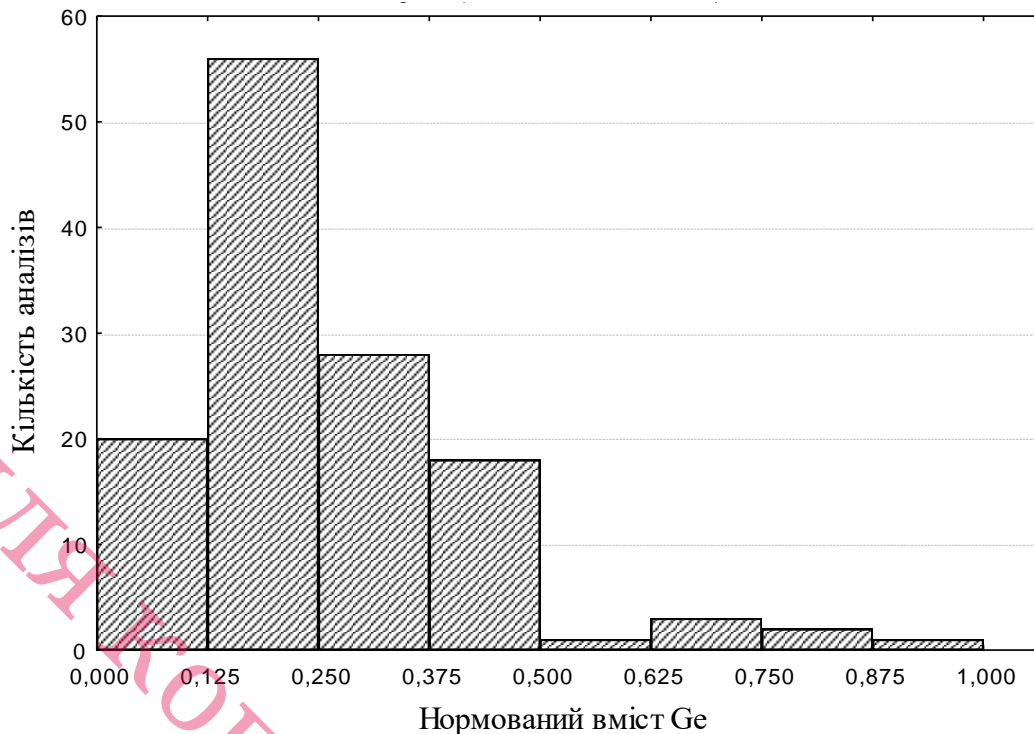


Рисунок 3.10 – Гістограма розподілу нормованих вмістів Ge у вугіллі пласта с₄¹ поля шахти «Самарська»

На побудованій карті нормованих ізоконцентрат (рисунок 3.11), виділяються три значні лінійні зони підвищеного вмісту германію, що витягнуті поперек простягання шахтного поля (і вугільного шару) та простежуються у загальному напрямку падіння пласта на північний схід.

Перша зона починається біля південно-східного кордону шахтного поля та простягається вздовж лінії від свердловини № 385 до свердловини № 6981.

Привертає увагу, що найбільший вміст Ge зафіксовано на ділянках біля свердловин № 8066 та № 1496. В обох випадках тільки на цих ділянках поряд з появою малопотужних партингів виявлені малоамплітудні розривні порушення північно-західного простягання.

Друга, центральна зона підвищених концентрацій простягається безперервною смугою від свердловини № Н34055 до свердловини № 12435. При її детальному розгляді знову виявляються ті ж самі закономірності, які були відзначені раніше для першої зони, стосовно принаймні просторового зв'язку ділянок з аномально високими вмістами, зафіксованих ускладнень

будови вугільного пласта та малоамплітудних розривних порушень північно-західного простягання. Так, для всіх 3 ділянок з максимальними вмістами Ge в межах центральної зони підвищених концентрацій цього елемента характерне поєднання наявності малопотужних породних прошарків і лінз у вугільному шарі з розривними малоамплітудними порушеннями північно-західного простягання.

Третя зона розташована в південно-західній частині пласта. Вона на відміну від перших двох зон підвищених концентрацій Ge, не простежується безперервно через усе шахтне поле.

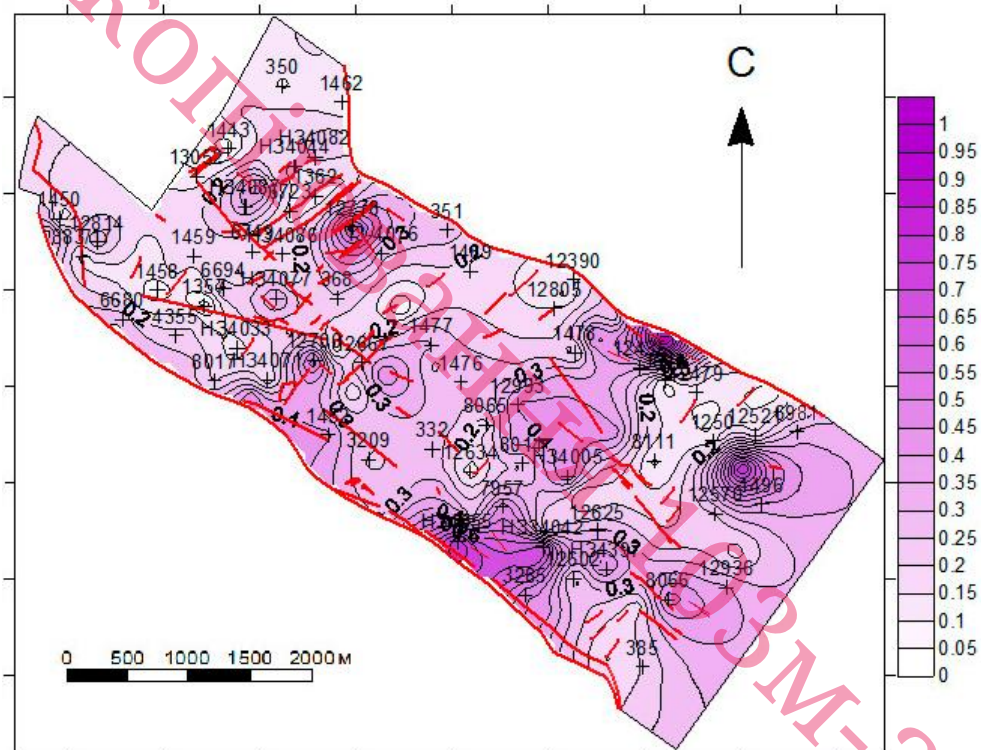


Рисунок 3.11 – Карта ізоконцентрат нормованих вмістів Ge у вугіллі пласта c₄¹ шахти «Самарська»

На площі пласта третя зона підвищеного вмісту виділяється кількома фрагментами, які дещо зміщені один щодо одного та розділені ділянками з низькими та фоновими значеннями Ge. Слід зазначити, що у кожному такому просторовому фрагменті вугільного пласта у тій чи іншій мірі інтенсивності

виявлено особливості його будови зазначені нами раніше для ділянок з аномально високими концентраціями Ge у перших двох зонах. Треба відмітити, що в одних випадках збільшується кількість партингів з одного до трьох при їхній порівнянній потужності (наприклад, ділянки в районі свердловин № 12770, № 34037), а в інших - істотно зростає потужність одного породного прошарку (наприклад, ділянки біля свердловин № 113407, № 12700). При цьому завжди спостерігається зменшення загальної потужності власне вугільних шарів пласта.

Щодо ділянок пласта зі зниженими значеннями концентрації германію (рисунок 3.11), необхідно відзначити дві характерні для них особливості:

1. Для всіх таких ділянок є характерною проста будова та збільшення загальної потужності пласта (рисунок 3.7), а відтак і збільшення вкладу в його потужність власне вугільних прошарків до 100%.

2. У тектонічному плані особливістю для переважної більшості цих ділянок є наявність малоамплітудних розривних порушень північно-східного простягання.

У регіональному плані (рисунок 3.12) концентрація германію збільшується в південно-східному напрямку, у бік Українського кристалічного щита.

На фоні негативних і позитивних аномалій карти локальних відхилень вмісту германію (рисунок 3.13) виділяється одна велика негативна аномалія в східній частині шахтного поля. Вона знаходиться біля свердловини № 8111 (значення -0,25). На півночі і заході цієї ділянки знаходиться дуже велика позитивна аномалія, яка розташована біля свердловини № 12428 (значення 0,7).

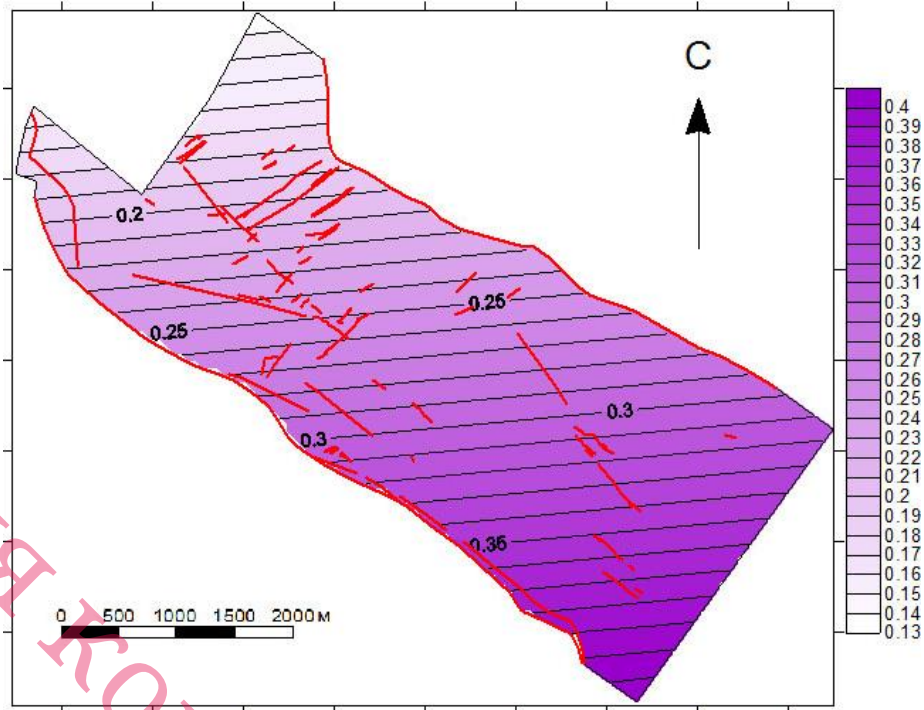


Рисунок 3.12 – Карта зміни регіональної складової нормованих значень вмістів Ge у вугіллі пласта c_4^1 поля шахти «Самарська»

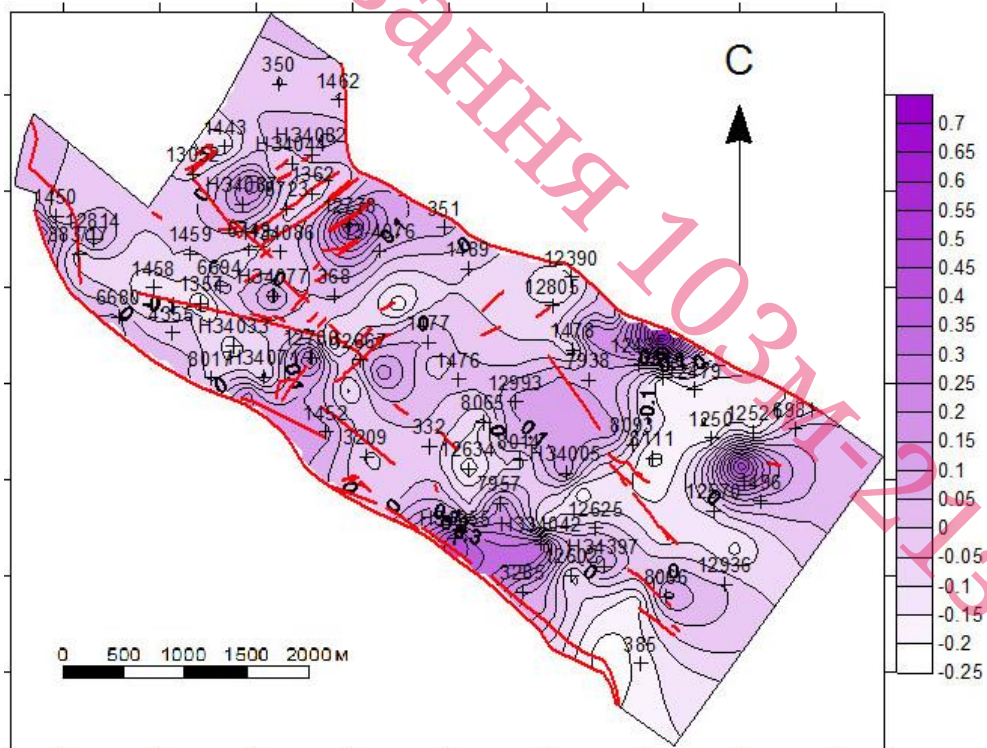


Рисунок 3.13 – Карта локальної складової нормованих значень вмістів Ge у вугіллі пласта c_4^1 поля шахти «Самарська»

3.7 Особливості зв'язку германію із зольністю вугілля та потужністю пласта с₄₁ шахти «Самарська»

Коефіцієнт кореляції Пірсона між вмістом Ge та загальною потужністю пласта дорівнює -0,82, що вказує на наявність високого зворотного кореляційного зв'язку між ними згідно шкали Чедока. Лінійне рівняння регресії, яке характеризує зв'язок між цими параметрами: $Ge = 0,6153 - 0,7478 \cdot m$ (графік рівняння наведено на рисунку 3.14). Але на мою думку, зв'язок між концентрацією Ge і потужністю пласта більш адекватно описує поліноміальне кубічне рівняння регресії: $Ge = 1,0137 - 3,1381 \cdot m + 3,8057 \cdot m^2 - 1,5943 \cdot m^3$ (графік рівняння наведено на рисунку 3.15).

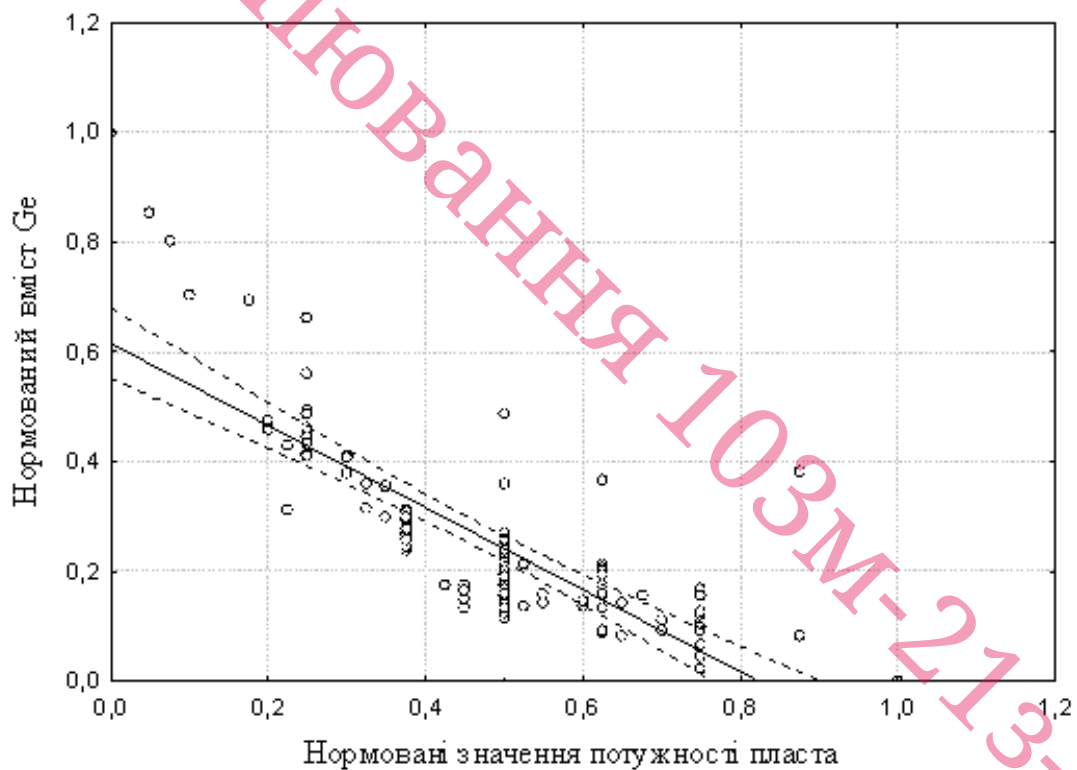


Рисунок 3.14 – Графік рівняння регресії (лінійна модель) між нормованими вмістами Ge та нормованими значеннями потужності пласта с₄₁ поля шахти «Самарська»

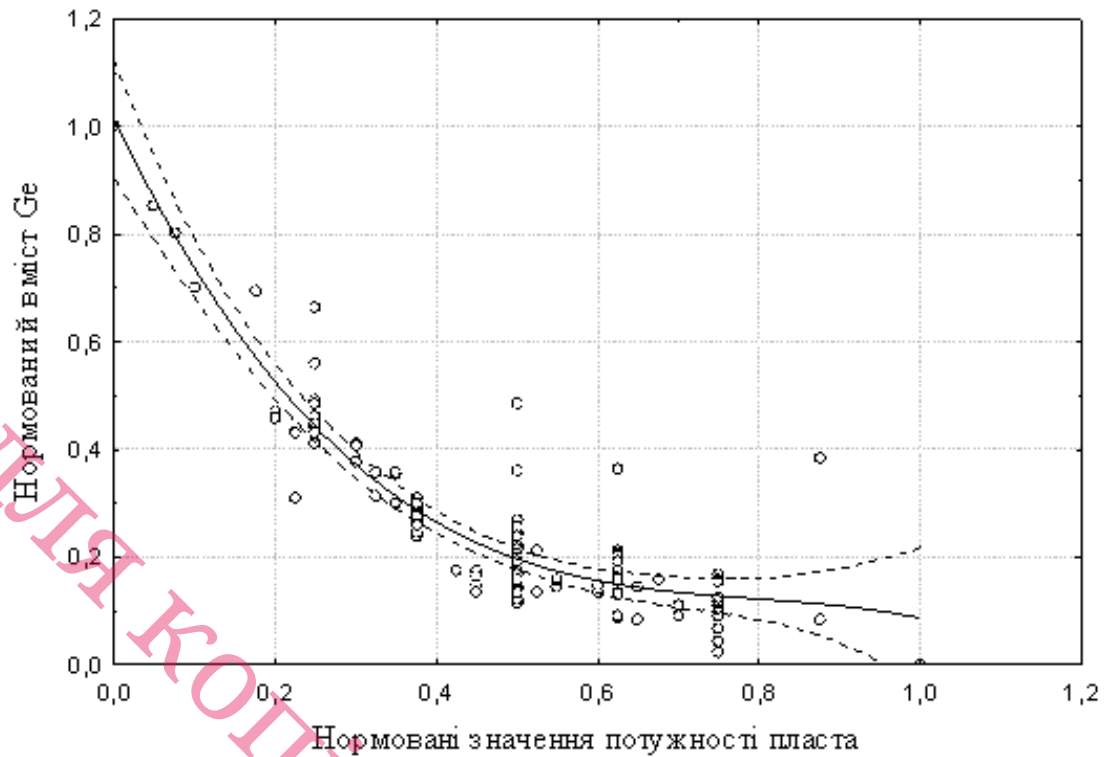


Рисунок 3.15 – Графік рівняння регресії (поліноміальна кубічна модель) між нормованими вмістами Ge та нормованими значеннями потужності пласта c_{41} поля шахти «Самарська»

Коефіцієнт кореляції Пірсона між вмістом Ge та зольністю вугілля пласта 0,22, це свідчить про слабкий прямий кореляційний зв'язок між ними згідно шкали Чедока. Треба зазначити, що незважаючи на його невелике значення цей коефіцієнт кореляції, як і в попередньому випадку, є статистично значущим при довірчому інтервалі 0,95. Лінійне рівняння регресії, яке характеризує зв'язок між цими параметрами: $Ge = 0,2082 + 0,2293 \cdot Ad$ (графік рівняння наведено на рисунку 3.16). У той же час я вважаю, що зв'язок між цими показниками більш реалістично характеризує поліноміальна кубічна модель регресії: $Ge = 2226 + 0,5887 \cdot Ad - 2,6995 \cdot Ad^2 + 2,8339 \cdot Ad^3$ (графік рівняння наведено на рисунку 3.17).

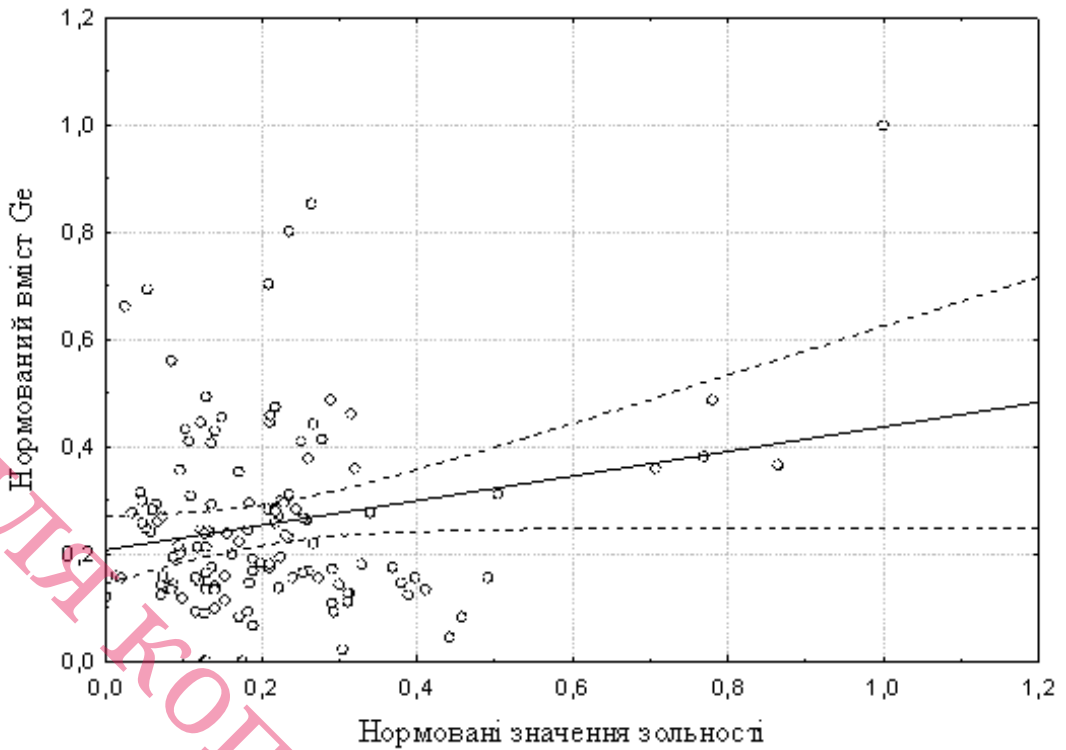


Рисунок 3.16 – Графік рівняння регресії (лінійна модель) між нормованими вмістами Ge та нормованими значеннями зольності вугілля пласта c_4^1

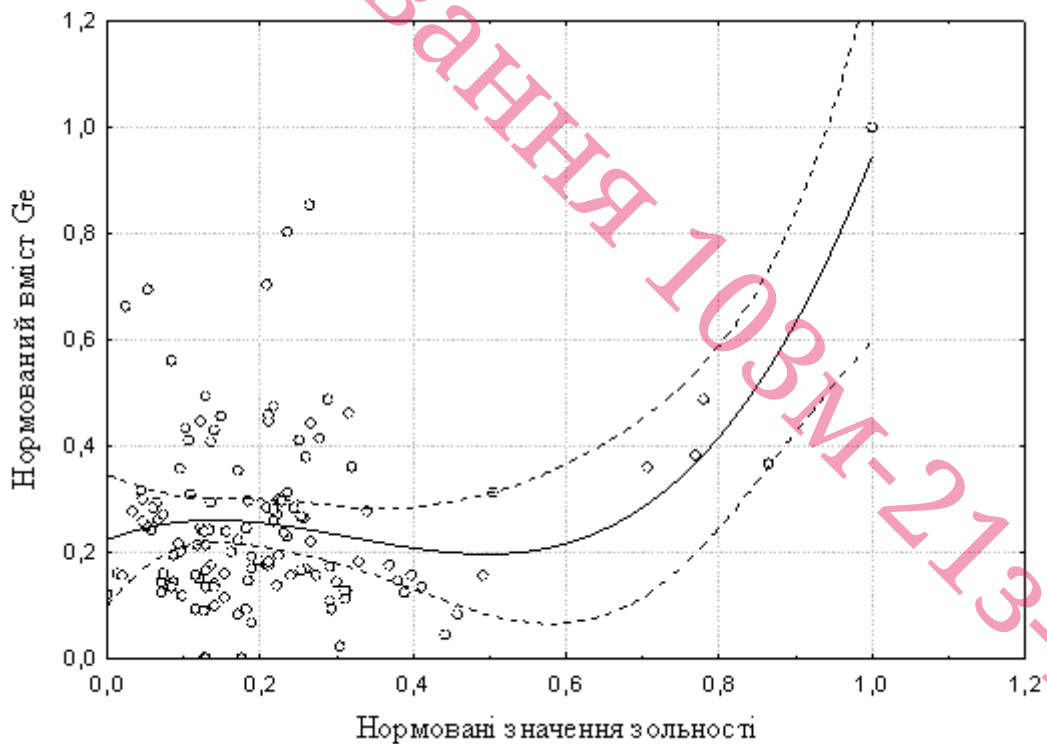


Рисунок 3.17 – Графік рівняння регресії (поліноміальна модель) між нормованими вмістами Ge та нормованими значеннями зольності вугілля пласта c_4^1 поля шахти «Самарська»

При детальному розгляді особливостей розподілу Ge у вугільних пластах очевидно, що необхідно враховувати ймовірні форми знаходження цього елемента. У найбільш повному огляді, присвяченому геохімії германію у вугіллі, зазначено, що Ge може міститися в наступних формах: 1) фізично сорбованої на органічній речовині; 2) пов'язаної з гуміновими та фульвовими кислотами у вигляді простих гуматів та фульватів; 3) пов'язаної з гуміновими кислотами у вигляді комплексних гуматів (хелатів); 4) у вигляді германійорганічних сполук; 5) у породоутворюючих мінералах (силікогерманати); 6) у вигляді ізоморфної домішки у сульфідах [24]. Таким чином, у загальному випадку, Ge може як накопичуватися у вугільному пласті, так і мігрувати за його межі на всіх етапах його існування.

Враховуючи цю обставину, можна інтерпретувати отримані результати в геологічних поняттях наступним чином. Встановлений високий зворотній кореляційний зв'язок між концентрацією Ge і загальною потужністю вугільного пласта та позитивний зв'язок між вмістами цього елемента і наявністю в розрізі пласта породних прошарків надає можливість трактувати його як приклад прояву «закону Зільбермінця».

Аналіз карти зміни регіональної складової нормованого вмісту Ge у вугіллі пласта c_4^1 поля шахти «Самарська» (рисунок 3.12) надає можливість інтерпретувати надходження основної частки германію у палеобасейн вугленакопичення з боку Українського кристалічного щита. Так є сама картина дуже часто спостерігається і в деяких інших родовищах. Наприклад, зональний розподіл Ge встановлено на площі олігоценового родовища Вовче Поле в Болгарії [25]. Тут вугленосна товща заповнює тектонічну западину широтного простягання довжиною 25 і діаметром 3 - 10 км. Середній вміст Ge у вугіллі периферичної частини западини становить 10,7 г/т, а у внутрішній частині - лише 2,7 г/т. У бурому вугіллі Південного острова Нової Зеландії (район Буллер) відзначалися аномальні вмісту Ge, що досягають 250 г/т вугілля, що пов'язують з розмивом збагачених Ge пегматитів в період

торфонакопичення [26]. Збагачення Ge деяких шарів вугілля в штатах Айдахо та Монтана пов'язували з наявністю поблизу цинкових руд. Передбачалося, що Ge міг потрапити у палеоторфовища при утворенні цинкових руд або при їх вивітрюванні [27].

На думку Л.Я. Кізільштейна, вміст Ge у вугіллі можна використовувати навіть як фаціально-палеогеографічний індикатор (в одному ряду із сіркою, бором та іншими елементами): «Досить виразно за розподілом концентрацій германію можна судити про становище областей зносу. Збагаченність крайових частин вугільних пластів цим елементом давно відзначено і одноголосно витлумачена багатьма дослідниками. Принципово з тих самих причин формуються зони підвищеної концентрації вздовж русел внутрішньоболотних водотоків і фільтраційних топей — обставина, яка може бути використана для реконструкції гідрографічної системи торф'яних масивів» [28, с. 87]. Таким чином, проведення подібних досліджень та багатьох таких же самих карт зміни регіональної складової вмісту Ge по площі за розрізом вугленосних покладів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району може дати певні уявлення про варіативність положення та геохімічний склад петрофонду переважаючих джерел зносу в басейн палеовугленакопичення в просторі і часі.

Різні мінеральні фази, які входять до складу сингенетичної та епігенетичної частин неорганічної складової вугілля пласта повинні відрізнятися і різною здатністю до накопичення Ge у вигляді ізоморфних домішок або сорбованих сполук залежно від їх виду та походження. Крім того, для тих самих мінеральних фаз подібні відмінності повинні проявлятися в залежності від масштабного рівня їх організації (наприклад, нано- і макрорівень). Додатковим фактором, який ускладнює загальну картину зв'язку германію із зольністю вугілля, є відмінності в кількості зольного залишку для різних мінеральних фаз неорганічної складової вугілля. Підсумовуючи проведені мною дослідження та отримані раніше дані

про зв'язок германію із золюю вугілля необхідно відзначити, що інтерпретація цих результатів у геолого-мінералогічних поняттях вимагає подальшого розгляду.

Великий інтерес викликає встановлений тектонічний контроль розташування ділянок вугільного пласта з аномально високими та аномально низькими концентраціями Ge. Зважаючи на те, що розривні тектонічні порушення в геохімічному сенсі є зонами підвищеної проникності і різко прискорюють міграцію всіх хімічних сполук, їх наявність могла істотно впливати на загальний баланс вмісту Ge у вугільному пласті. Реальність водної екстракції Ge з вугілля і порід, що вміщують, підтверджується як натурними спостереженнями (присутністю Ge в шахтних водах), так і в експериментах з вилуговування кам'яного вугілля водою. Прямим свідченням сучасної міграції Ge у підземних водах вугленосних товщ є його присутність у шахтних водах Донбасу, що несуть 0,12 - 0,38 мкг/л Ge [29]. У шахтних водах Кизелівського басейну були виявлені вмісти Ge, що становлять 1 - 3 мг/м³, що набагато перевищує гідрохімічний фон [30]. Підрахунки показали, що тільки у водовідливих шахт щорічно виноситься близько 200 кг [31]. У цьому плані значний інтерес викликають результати експериментів І.В. Вінарова та співавторів. [32], що вилуговували кам'яне вугілля марок Ж і Г водою в проточному режимі. Їм вдалося за 3 години 15 хв із газового вугілля витягти до 35% германію, а з більш метаморфізованого вугілля марки Ж - 26%. Таким чином, тектонічний контроль розміщення ділянок з аномально високими та аномально низькими концентраціями Ge в межах вугільного пласта с₄¹ шахти «Самарська» отримує своє логічне обґрунтування. Слід зазначити, що раніше, на початку, для Павлоградсько-Петропавлівського і Червоноармійського геолого-промислових районів [33, 34, 35], а потім і для всього Донбасу [36, 37] було встановлено, що аномальні концентрації багатьох елементів-домішок та сірки загальної у вугільних пластах пов'язані зі ділянками – мало – і дрібноамплітудних тектонічних порушень та підвищеної тріщинуватості, які є, в свою чергу, головними

зонами підвищеної проникності вугленосних відкладів. Саме в межах цих ділянок спостерігається підвищена міграція підземних вод різного генезису.

Висновки за розділом. Перші спостереження зв'язку вмістів рідкісних елементів та германію у вугіллі зі зольністю належать В. Гольдшмідту, який зазначив, що золи блискучого малозольного вугілля багатше германієм, ніж золи більш зольного вугілля. У процесі подальших досліджень було встановлено, що на різних родовищах зв'язок германію із зольністю вугілля істотно відрізняється. Так, у вугільній геохімії позначився своєрідний «парадокс зольності», який оголив ущербність двокомпонентної моделі вугілля у вигляді «беззольна органічна речовина (носій і концентратор Ge) + зола (стерильна за Ge)».

Ще у 1936 р. у роботі В.А. Зільбермінця та його колег присвячених дослідженням геохімії вугілля Донецького басейну вперше описано явище зонального розподілу Ge у колонках вугільних пластів — з накопиченням його в контактних зонах, а також у пачках біля внутрішньопластових прошарків породи - партингів. Відносно відомих на сьогоднішній час результатів досліджень накопичення Ge у контактних зонах вугільних пластів треба зазначити два важливих моменти: 1) збагачення Ge відбувається зазвичай у зонах потужністю до 0,3м; 2) незважаючи на низку ускладнюючих факторів прояв «закону Зільбермінця» у тій чи іншій формі фіксується у переважній більшості вугільних басейнів та родовищ світу.

На даний час дослідники відзначають такі варіанти розподілу Ge в колонці вугільного пласта: а) збагачення у ґрунту та покрівлі (пласти простої будови); б) біля покрівлі, ґрунту та внутрішньопластових прошарків (пласти складної будови); в) лише біля покрівлі; г) тільки біля ґрунту; д) рівномірний розподіл по розрізу пласта, при загальному підвищеному вмісті (зазвичай це пласти потужністю не більше 0,6 м).

Одночасно з відкриттям феномена контактового збагачення була встановлена ще одна емпірична закономірність: зворотна залежність германієносності вугілля від потужності вугільних пластів.

Різні дослідники в різний час робили спроби пояснити цей феномен у термінах фацій вуглеутворюючих торфовищ або термінах швидкості торфонакопичення. Проте, на мій погляд, всі ці «сингенетичні» тлумачення феномена збагачення тонких пластів германієм видаються неспроможними. Природа цієї закономірності інша. Справа в тому, що потужність зон контактового збагачення пластів Ge та іншими елементами-домішками не залежить від потужності пластів; вона скрізь приблизно однакова і коливається у вузьких межах від 10 до 30 см. Тому тонкий вугільний пласт геохімічному відношенні відрізняється від потужного пласта тільки підвищеним вкладом контактних зон.

Зольність пласта s_4^1 шахти «Самарська» змінюється у досить широких межах від 1,06% до 38,9% і не пов'язана з напрямом падіння вугільного пласта. Середнє значення зольності вугілля пластом становить 8,55%. У регіональному плані значення зольності збільшуються із північного заходу на південний схід від 3,0% до 13,5% відповідно.

В цілому поле шахти характеризується спокійним моноклінальним заляганням осадової товщі карбону із загальним падінням порід у напрямках на північ та північний схід під кутом 2-8°, що збільшується в зонах тектонічних порушень до 7-14° із загальним простяганням у північно-західному напрямку. У регіональному плані цільовий вугільний пласт занурюється з південного заходу на північний схід зі зміною глибини залягання від -50 м до -190 м.

Аналіз збудованої карти ізопахіт показав суттєво нерівномірний розподіл потужності по пласту s_4^1 шахти «Самарська». Потужність вугільного пласта змінюється від 0,15 м до 1,1 м. Середня потужність вугільного пласта

шахтного поля становить 0,85 м. У регіональному плані потужність пласта c_4^1 змінюється з південного сходу на північний захід.

В межах поля шахти «Самарська» концентрація германію по пласту c_4^1 змінюється в межах від 1,3 г/т до 23,5 г/т. Середнє арифметичне значення вмісту Ge по пласту складає $7,3 \pm 0,3$ г/т, медіанне значення 6,3 г/т, модальне – 6,7 г/т, стандартне відхилення – 3,7 г/т, дисперсія становить 13,7 г/т, ексцес – 4,1 г/т, а асиметричність – 1,7 г/т. На діаграмі розподілу Ge у вугіллі пласта добре видно, що його розподіл суттєво відрізняється від розподілу Гауса або ж логнормального. Зроблений візуальний аналіз підтверджується аналітичними розрахунками критеріїв Шапіро-Уїлка, згоди хі-квадрат Пірсона, Колмогорова – Смірнова та Ліллієфорса. У всіх випадках результати розрахунків підтвердили невідповідність вибірки нормальному або логнормальному закону розподілу. Таким чином, для більш реалістичної оцінки центральної тенденції вмісту германію замість значень середнього арифметичного необхідно використовувати медіанне значення показника. Також звертає увагу деяка бімодальність загального характеру розподілу германію. Це може вказувати на наявність щонайменше двох різних головних чинників, які могли суттєво вплинути на його розподіл у вугіллі пласта.

На побудованій карті нормованих ізоконцентрат виділяються три значні лінійні зони підвищеного вмісту германію, що витягнуті поперек простягання шахтного поля (і вугільного шару) та простежуються у загальному напрямку падіння пласта на північний схід.

Щодо ділянок пласта зі зниженими значеннями концентрації германію, необхідно відзначити дві характерні для них особливості:

1. Для всіх таких ділянок є характерною проста будова та збільшення загальної потужності пласта, а відтак і збільшення вкладу в його потужність власне вугільних прошарків до 100%.

2. У тектонічному плані особливістю для переважної більшості цих ділянок є наявність малоамплітудних розривних порушень північно-східного простягання.

У регіональному плані концентрація германію збільшується в південно-східному напрямку, в бік Українського кристалічного щита.

Коефіцієнт кореляції Пірсона між вмістом Ge та загальною потужністю пласта дорівнює $-0,82$, що вказує на наявність високого зворотного кореляційного зв'язку між ними згідно шкали Чедока. Лінійне рівняння регресії, яке характеризує зв'язок між цими параметрами: $Ge = 0,6153 - 0,7478 \cdot m$. Але на мою думку, зв'язок між концентрацією Ge і потужністю пласта більш адекватно описує поліноміальне кубічне рівняння регресії: $Ge = 1,0137 - 3,1381 \cdot m + 3,8057 \cdot m^2 - 1,5943 \cdot m^3$.

Коефіцієнт кореляції Пірсона між концентрацією Ge та зольністю вугілля пласта $0,22$, це свідчить про слабкий прямий кореляційний зв'язок між ними згідно шкали Чедока. Треба зазначити, що незважаючи на його невелике значення цей коефіцієнт кореляції, як і в попередньому випадку, є статистично значущим при довірчому інтервалі $0,95$. Лінійне рівняння регресії, яке характеризує зв'язок між цими параметрами: $Ge = 0,2082 + 0,2293 \cdot Ad$. У той же час я вважаю, що зв'язок між цими показниками більш реалістично характеризує поліноміальна кубічна модель регресії: $Ge = 2226 + 0,5887 \cdot Ad - 2,6995 \cdot Ad^2 + 2,8339 \cdot Ad^3$

У найбільш повному огляді, присвяченому геохімії германію у вугіллі, зазначено, що Ge може міститися в наступних формах: 1) фізично сорбованої на органічній речовині; 2) пов'язаної з гуміновими та фульвовими кислотами у вигляді простих гуматів та фульватів; 3) пов'язаної з гуміновими кислотами у вигляді комплексних гуматів (хелатів); 4) у вигляді германійорганічних сполук; 5) у породоутворюючих мінералах (силікогерманати); 6) у вигляді ізоморфної домішки у сульфідах. Таким чином, у загальному випадку, Ge

може як накопичуватися у вугільному пласті, так і мігрувати за його межі на всіх етапах його існування.

Враховуючи цю обставину, можна інтерпретувати отримані результати в геологічних поняттях наступним чином. Встановлений високий зворотній кореляційний зв'язок між концентрацією Ge і загальною потужністю вугільного пласта та позитивний зв'язок між вмістами цього елемента і наявністю в розрізі пласта породних прошарків надає можливість трактувати його як приклад прояву «закону Зільбермінця». Аналіз виконаних досліджень переконливо свідчить про надходження переважної частини германія в тій чи іншій формі у басейн палеовугленакопичення з боку Українського кристалічного щита. Така ж сама закономірність спостерігається і для багатьох інших родовищ світу.

На думку Л.Я. Кізільштейна, вміст Ge у вугіллі можна використовувати навіть як фаціально-палеогеографічний індикатор (в одному ряду із сіркою та бором). Таким чином, проведення подібних досліджень та багатьох таких же самих карт зміни регіональної складової вмісту Ge по площі за розрізом вугленосних покладів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району може дати певні уявлення про варіативність положення та мінералого-геохімічний склад петрофонду переважаючих джерел зносу в басейн палеовугленакопичення в просторі і часі

Різні мінеральні фази, які входять до складу сингенетичної та епігенетичної частин неорганічної складової вугілля пласта повинні відрізнятися і різною здатністю до накопичення Ge у вигляді ізоморфних домішок або сорбованих сполук залежно від їх виду та походження. Крім того, для тих самих мінеральних фаз подібні відмінності повинні проявлятися в залежності від масштабного рівня їх організації (наприклад, нано- і макрорівень). Додатковим фактором, який ускладнює загальну картину зв'язку германію із зольністю вугілля, є відмінності в кількості зольного залишку для різних мінеральних фаз неорганічної складової

вугілля. Підсумовуючи проведені дослідження та отримані раніше дані про зв'язок германію із золюю вугілля необхідно відзначити, що інтерпретація цих результатів у геолого-мінералогічних поняттях вимагає подальшого розгляду.

Великий інтерес викликає встановлений тектонічний контроль розташування ділянок вугільного пласта з аномально високими та аномально низкими концентраціями Ge. Зважаючи на те, що розривні тектонічні порушення в геохімічному сенсі є зонами підвищеної проникності і різко прискорюють міграцію всіх хімічних сполук, їх наявність могла істотно впливати на загальний баланс вмісту Ge у вугільному пласті. Реальність водної екстракції Ge з вугілля і порід, що вміщують, підтверджується як натурними спостереженнями (присутністю Ge в шахтних водах), так і в експериментах з вилуговування кам'яного вугілля водою. Таким чином, тектонічний контроль розміщення ділянок з аномально високими та аномально низкими концентраціями Ge в межах вугільного пласта с₄¹ шахти «Самарська» отримує своє логічне обґрунтування. Слід зазначити, що раніше, на початку, для Павлоградсько-Петропавлівського і Червоноармійського геолого-промислових районів було встановлено, що аномальні концентрації багатьох елементів-домішок та сірки загальної у вугільних пластах схильні концентруватися в межах площ – мало – і дрібноамплітудних тектонічних порушень, зон підвищеної тріщинуватості, які є ділянками підвищеної проникності у вугленосних відкладах. Саме в межах цих ділянок спостерігається підвищена міграція підземних вод різного генезису і складу.

ВИСНОВКИ

В ході виконання кваліфікаційної роботи з метою виявлення та їх подальшого аналізу особливостей зв'язку германію із зольністю вугілля і потужністю пласта c_4^1 поля шахти «Самарська» було виконано аналітичний огляд літературних джерел з геохімії германію у вугільних родовищах світу, сучасних уявлень про можливі причини та механізми зв'язку германію із зольністю вугілля та потужністю вугільних пластів, гірничо-геологічних особливостей будови поля шахти «Самарська», обрано і освоєно методичку досліджень та побудовано і проаналізовано 12 карт:

1). Карти нормованої зольності вугілля та її регіональної і локальної складових у вугільному пласті c_4^1 шахти «Самарська».

2). Карти підземного рельєфу ґрунту вугільного пласта c_4^1 шахти «Самарська» та її регіональної і локальної складових.

3). Карти нормованих ізопахіт вугільного пласта c_4^1 шахти «Самарська» та їх регіональної і локальної складових.

4). Карти ізоконцентрат нормованих вмістів Ge у вугіллі пласта c_4^1 шахти «Самарська», а також їх регіональної і локальної складових.

Було побудовано та проаналізовано гістограму розподілу нормованих вмістів Ge у вугіллі пласта c_4^1 поля шахти «Самарська».

Також були побудовані графіки, розраховані 4 рівняння регресії та 2 коефіцієнти кореляції.

При виконанні моєї кваліфікаційної роботи виконані дослідження дозволяють сформулювати такі основні висновки:

1. За адміністративним поділом поле шахти «Самарська» розташовано на території Павлоградського району Дніпропетровської області на схід від м. Павлограда. В геоструктурному відношенні поле шахти «Самарська» приурочено до північно-східного схилу Українського кристалічного щиту, простягається вздовж південно-західного борту Дніпровсько-Донецької

западни в південній частині Центрального грабену Павоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району. Будова шахтного поля складна. Широко розвинуті диз'юнктивні та плікативні форми дислокацій. Вугілля всіх пластів задовольняють технічним вимогам ГОСТ 537-85 і можуть бути використані в якості енергетичної сировини і в шихті для шарового коксування. Оцінка германієності вугільних пластів виконувалась за даними кернового опробування. Вміст германію в балансових запасах вугілля складає - 8,4 г/т вугілля.

2. Побудовані карти за допомогою методів математичного модулювання дозволили провести просторовий аналіз та виявити наступні особливості зольності вугілля, підземного рельєфу ґрунту вугільного пласта, його потужності та концентрацій германію у вугільному пласті c_4^1 шахти «Самарська»:

2.1. Зольність змінюється у досить широких межах від 1,06% до 38,9% і не пов'язана з напрямом падіння вугільного пласта. Середнє значення зольності вугілля пластом становить 8,55%. У регіональному плані значення зольності збільшуються із північного заходу на південний схід від 3,0% до 13,5% відповідно. Позитивні локальні значення зольності у вугільному пласті спостерігаються у південно-східній та північно-східній частини шахтного поля.

2.2. Абсолютні позначки ґрунту пласта c_4^1 на полі шахти коливаються від мінімального -29,04 м у свердловині № Н34410, розташованої в південній частині шахтного поля до -164,88 м у свердловині №1446, розташованої на півночі ділянки, середнє значення глибини залягання ґрунту пласта становить -104,97 м. У регіональному плані цільовий вугільний пласт занурюється з південного заходу на північний схід зі зміною глибини залягання від -50 м до -190 м. При знятті регіонального нахилу пласта з допомогою тренд-аналізу поверхнею апроксимації першого порядку було виявлено локальні складчасті структури. На тлі більш дрібних складок виділено одну синклінальну складку, яка розташована на заході шахтного поля (свердловина № Н34033, зі значенням -55) та одну антиклінальну

складку, розташовану північніше на захід від синклінальної (свердловина № 12786 зі значенням 75).

2.3. Потужність вугільного пласта змінюється від 0,15 м до 1,1 м. На тлі дрібних аномалій можна виділити дві найбільші аномалії зі значенням потужності – 1,1 м (свердловини № Н34190 та № 1357) та дві найменші зі значенням потужності – 0,15 м (свердловини № 13583 та № 379). Середня потужність вугільного пласта шахтного поля становить 0,85 м. Градієнт мінливості потужності у широтному напрямку становить 0,76 м/км, у меридіональному – 0,8 м/км. У регіональному плані потужність пласта c_4^1 змінюється з південного сходу на північний захід в інтервалі від 0,79 м до 0,92 м. Збільшення показника відбувається у напрямі занурення вугільного пласта. Таким чином, зі збільшенням глибини залягання вугільного пласта регіональна складова його потужності збільшується.

2.4. В межах поля шахти «Самарська» концентрація германію по пласту c_4^1 змінюється в межах від 1,3 г/т до 23,5 г/т. Середнє арифметичне значення вмісту Ge по пласту складає $7,3 \pm 0,3$ г/т, медіанне значення 6,3 г/т, модальне – 6,7 г/т, стандартне відхилення – 3,7 г/т, дисперсія становить 13,7 г/т, ексцес – 4,1 г/т, а асиметричність – 1,7 г/т. На діаграмі розподілу Ge (рисунок 3.10) у вугіллі пласта добре видно, що його розподіл суттєво відрізняється від розподілу Гауса або ж логнормального.

Зроблений візуальний аналіз підтверджується аналітичними розрахунками критеріїв Шапіро-Уїлка, згоди хі-квадрат Пірсона, Колмогорова – Смірнова та Ліллієфорса. У всіх випадках результати розрахунків підтвердили невідповідність вибірки нормальному або логнормальному закону розподілу. Таким чином, для більш реалістичної оцінки центральної тенденції вмісту германію замість значень середнього арифметичного необхідно використовувати медіанне значення показника. Також звертає увагу деяка бімодальність загального характеру розподілу германію. Це може вказувати на наявність щонайменше двох різних

головних чинників, які могли суттєво вплинути на його розподіл у вугіллі пласта. На побудованій карті нормованих ізоконцентрат (рисунок 3.11), виділяються три значні лінійні зони підвищеного вмісту германію, що витягнуті поперек простягання шахтного поля (і вугільного шару) та простежуються у загальному напрямку падіння пласта на північний схід. При детальному розгляді зон підвищених концентрацій германію виявляються закономірності, стосовно принаймні просторового зв'язку ділянок з аномально високими вмістами, зафіксованих ускладнень будови вугільного пласта та малоамплітудних розривних порушень північно-західного простягання. Так, для всіх 3 зон з максимальними вмістами Ge характерне поєднання наявності малопотужних породних прошарків і лінз у вугільному шарі з розривними малоамплітудними порушеннями північно-західного простягання. Треба відмітити, що в одних випадках збільшується кількість партингів з одного до трьох при їхній порівнянній потужності (наприклад, ділянки в районі свердловин № 12770, № 34037), а в інших - істотно зростає потужність одного породного прошарку (наприклад, ділянки біля свердловин № 113407, № 12700). При цьому завжди спостерігається зменшення загальної потужності власне вугільних шарів пласта. Щодо ділянок пласта зі зниженими значеннями концентрації германію (рисунок 3.11), необхідно відзначити дві характерні для них особливості: по-перше, для всіх таких ділянок є характерною проста будова та збільшення загальної потужності пласта (рисунок 3.7), а відтак і збільшення вкладу в його потужність власне вугільних прошарків до 100%, по-друге, у тектонічному плані особливістю для переважної більшості цих ділянок є наявність малоамплітудних розривних порушень північно-східного простягання. У регіональному плані (рисунок 3.12) концентрація германію збільшується в південно-східному напрямку, в бік Українського кристалічного щита.

3. Розраховані за допомогою програми STATISTICA 11.6 коефіцієнти кореляції, рівняння регресії та їх побудовані графіки дозволяють виконати

статистичний аналіз та виявити наступні особливості зв'язку германію з зольністю і потужністю вугільного пласта с₄¹ шахти «Самарська»:

3.1. Коефіцієнт кореляції Пірсона між вмістом Ge та загальною потужністю пласта дорівнює -0,82, що вказує на наявність високого зворотного кореляційного зв'язку між ними згідно шкали Чедока. Лінійне рівняння регресії, яке характеризує зв'язок між цими параметрами: $Ge = 0,6153 - 0,7478 \cdot m$. Але на мою думку, зв'язок між концентрацією Ge і потужністю пласта більш адекватно описує поліноміальне кубічне рівняння регресії: $Ge = 1,0137 - 3,1381 \cdot m + 3,8057 \cdot m^2 - 1,5943 \cdot m^3$.

Встановлений в результаті дослідження високий зворотній кореляційний зв'язок між концентрацією Ge і загальною потужністю вугільного пласта с₄¹ шахти «Самарська» та позитивний зв'язок між вмістами цього елемента і наявністю в розрізі пласта породних прошарків надає можливість трактувати його як приклад прояву «закона Зільбермінця».

3.2. Встановлена кореляція між вмістом Ge та зольністю вугілля пласта вказує на наявність слабого прямого кореляційного зв'язку між ними згідно шкали Чедока. Треба зазначити, що незважаючи на його невелике значення цей коефіцієнт кореляції, як і в попередньому випадку, є статистично значущим при довірчому інтервалі 0,95.

Лінійне рівняння регресії, яке характеризує зв'язок між цими параметрами: $Ge = 0,2082 + 0,2293 \cdot Ad$. У той же час я вважаю, що зв'язок між цими показниками більш реалістично характеризує поліноміальна кубічна модель регресії: $Ge = 2226 + 0,5887 \cdot Ad - 2,6995 \cdot Ad^2 + 2,8339 \cdot Ad^3$.

Л.Я. Кізільштейн запропонував використовувати вміст Ge у вугіллі навіть як фаціально-палеогеографічний індикатор (в одному ряду із сіркою та бором).

Таким чином, серії таких карт за площею і розрізом вугленосних відкладів різних геолого-промислових районів Донбасу повинні містити

важливу інформацію про положення та геохімічні особливості джерел зносу в басейн вугленакопичення.

Великий інтерес викликає встановлений тектонічний контроль розташування ділянок вугільного пласта з аномально високими та аномально низькими концентраціями Ge. Зважаючи на те, що розривні тектонічні порушення в геохімічному сенсі є зонами підвищеної проникності і різко прискорюють міграцію всіх хімічних сполук, їх наявність могла істотно впливати на загальний баланс вмісту Ge у вугільному пласті.

Реальність водної екстракції Ge з вугілля і порід, що вміщують, підтверджується як натурними спостереженнями (присутністю Ge в шахтних водах), так і в експериментах з вилуговування кам'яного вугілля водою. Таким чином, тектонічний контроль розміщення ділянок з аномально високими та аномально низькими концентраціями Ge в межах вугільного пласта с₄¹ шахти «Самарська» отримує своє логічне обґрунтування.

Основна наукова новизна отриманих результатів полягає у встановленні характеру зв'язку концентрацій германію з потужністю та зольністю вугільного пласта с₄¹ шахти «Самарська» з урахуванням опублікованих матеріалів щодо інших вугільних родовищ світу. Встановлення особливостей зміни регіональної складової вмісту германію можливо використовувати як своєрідний індикатор фаціально-палеогеографічної обстановки.

Основне практичне значення отриманих результатів на мою думку полягає в побудові карти ізоконцентрат германію, встановленню значень описових статистик цього елемента, а також зв'язку аномально високих та низьких його змістів з особливостями будови вугільного пласта та наявністю зон підвищеної проникності вугленосної товщі (мало- та дрібноамплітудними розривними порушеннями різного орієнтування)

Це дозволить прогнозувати вміст германію у гірничій масі що видобувається шахтою, відходах і продуктах вуглезбагачення, розробляти і планувати технологічні заходи направлені на адекватну геолого–економічну

оцінку можливостей його вилучення для подальшого використання у господарських потребах.

Сфера застосування отриманих результатів полягає у прогнозуванні вмісту германію у гірничій масі що видобувається шахтою, відходах і продуктах вуглезбагачення, що дозволяє розробляти і планувати технологічні заходи направлені на адекватну геолого–економічну оцінку можливостей його вилучення та комплексне використання вугілля пласта с₄¹ шахти «Самарська» у господарських потребах України.

Не для копіювання 103М-213-1

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

- 1 Гірничий енциклопедичний словник: у 3 т. /за ред. В.С. Білецького. Східний видавничий дім, 2004. Т. 3. 752 с. ISBN 966-7804-78-X.
- 2 Геологія вугільних родовищ: навч. посіб./ Ю.М. Нагорний, В.М. Нагорний, В.Ф. Приходченко. – Дніпропетровськ : НГУ, 2005. 338 с.
- 3 Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР. / гл. ред. С.А. Скробов. - М.: Госгеолтехиздат, 1963. Т. 1. 1213 с.
- 4 Геология угольных месторождений СССР / под ред. А.К. Матвеева. - М.: МГУ, 1990. 352 с.
- 5 Методи прогнозу гірничо-геологічних умов розробки вугільних родовищ: навч. посіб./ В.В. Лукинов В.Ф. Приходченко, М.В. Жикаляк, О.В. Приходченко. Дніпро, НГУ, 2016. 216 с.
- 6 Забигаило В. Е., Лукинов В. В., Широков А. З. Выбросоопасность горных пород Донбасса. Київ : Наукова думка, 1983. 258 с.
- 7 Стратиграфія верхнього протерозою та фанерозою України: Т.1. Стратиграфія верхнього протерозою, палеозою та мезозою України / Науковий редактор П.Ф. Гожик. К.: Логос, 2014, 634 с.
- 8 Комплект карт метаморфизма углей Донецкого бассейна (поверхности палеозоя, срезов: -400 м, -1000 м, -1600 м и структурних планов угольних пластів S_6^1 и K_5) / Левенштейн М.Л., Спирина О.И. и др. - Киев, 1991. 104 с.
- 9 Газоносность и ресурсы метана угольных бассейнов Украины/Анциферов А.В., Голубев А.А., Канин В.А. и др. - Донецк: «Вебер», 2010. 475 с.
- 10 Приходченко Д. В. Закономірності зміни складу та якості вугілля Лозівського району західного Донбасу : дис. канд. геол. наук : 04.00.16/ Дніпро : НГУ, 2015. 172 с.

11 Построение моделей пространственных переменных: навч. посіб./Мальцев К.А., Мухарамова С.С. Казань: Казанский университет, 2014. 103 с.

12 Геоинформационная система Golden Software Surfer 8: навч. посіб./Силкин К. Ю. Воронеж : ВГУ, 2008. 66 с.

13 Edward H. An Introduction to Applied Geostatistics Edward, New York: Oxford University Press, 1989. 561 с.

14 Гольдшмидт В.М., Петерс К.О накоплении редких элементов в каменных углях//Сборник статей по геохимии редких элементов. — М.-Л. : ГОНТИ НКТП СССР, 1938. — С. 41 -53.

15 Вистелиус А.Б. Новое подтверждение наблюдений Гольдшмидта о положении германия в каменных углях//Докл. АН СССР, 1947. — Т. 58, №7, — С. 1455-1457.

16 Волков К.Ю. О закономерностях распространения германия в углях Подмосковского бассейна // Материалы по геологии и полезным ископаемым центральных районов европейской части СССР. Вып. 1. — М. : Геол. управл. центр. р-нов, 1958. — С. 228 —242.

17 Ткачев Ю.А. О причинах концентрации германия и других элементов-примесей в висячем и лежащем боках угольных пластов // Изв. АН КиргССР. Сер. естеств. наук, 1964. — Т. 6, вып. 3. — С. 139—147.

18 Ломашов И.П., Лосев Б.И. Германий в ископаемых углях. — М. : АН СССР, 1962. — 258 с.

19 Ратынский В.М. Германий в углях // Тр. Биогеохим. лаборатории АН СССР, 1946. — Т. 8. — С. 183 -223.

20 Ершов В.М. К статье А.Б. Вистелиуса «Новое подтверждение наблюдений Гольдшмидта о положении германия в каменных углях» // Изв. АН СССР. Сер. геол., 1959. — №3, — С. 115-116.

21 Зильберминц В.А., Русанов А.К, Кострыкин В.М. К вопросу о распространении германия в ископаемых углях // Академику В.И.

Вернадскому к пятидесятилетию научной деятельности. — М.: АН СССР, 1936. - Т. 1. - С. 169 -190.

22 Павлов А.В. Вещественный состав золы углей некоторых районов Западного Шпицбергена // Уч. зап. НИИГА. Региональн. геол., 1966. — Вып. 8, —С. 128—136

23 Клер В.Р. Концентрации малых элементов в углях и угленосных формациях // Металлогения и геохимия угленосных и сланцесодержащих толщ СССР. Закономерности концентрации элементов и методы их изучения / В.Р. Клер, В.Ф. Ненахова, Ф.Я. Сапрыкин и др. - М.: Наука, 1988. - С. 67-142.

24 Я.Э. Юдович, М.П. Кетрис. Германий в углях. – Сыктывкар, 2004. – 216 с.

25 Минчев Д., Ескенази Г. Элементи-примеси във въглищните басейни на България: Германий и други елементи-примеси във въглищата от Вълчеполското находище — Източни Родопи // Годишн. Софийск. ун-та. Геол.-геогр. фак. 1964/1965, 1966. — Т. 59, кн. 1. Геология. — С. 357 — 372.

26 Sim P.G. Concentration of some trace elements in New Zealand coals//Geochemistry 1977. — Wellington: DSIR, 1977. — P. 132 —137. (N. Z. Dep. Sei. Ind. Res. Bull., № 218)

27 Stadnichenko T.M, Murata K.J., Zubovic P., Hufschmidt E.L. Concentration of Germanium in the Ash of American Coals. A Progress Report // U. S. Geol. Surv. Circ., 1953. — № 272. — 34 pp

28 Кизильштейн Л.Я. Экогеохимия элементов-примесей в углях. - Ростов на-Дону: СК НЦ ВШ, 2002. — 296 с.

29 Ломашов И.П. О некоторых закономерностях распределения германия в угленосных отложениях//Докл. АН СССР, 1991. - Т. 137, №3, - С. 692-694.

30 Металлогения и геохимия угленосных и сланцесодержащих толщ СССР. Закономерности концентрации элементов и методы их изучения / В.Р. Клер, В.А. Ненахова, Ф.Я. Сапрыкин и др. — М. : Наука, 1988, —256 с.

31 Ершов В.М., Щеглова А.И. Германий в шахтных водах Кизеловского бассейна // Геохимия, 1989. — № 4. — С. 389 —391.

32 Винаров И.В., Целик И.Н., Орлов А.И. К вопросу о выщелачивании германия водой из углей // Укр. хим. журн., 1960. — Т. 26, №3. —С. 383 -388.

33 Ішков В.В. Про розподіл токсичних і потенційно токсичних елементів у вугіллі пласта с₇^н шахти «Павлоградська» Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району / В.В. Ішков, Є.С. Козій // Вісник Київського національного університету. Геологія, 2017, №79, С. 59 – 66. doi.org/10.17721/1728-2713.79.09

34 Ішков В.В. Про розподіл токсичних і потенційно токсичних елементів у вугіллі пласта с₁₀^в шахти «Дніпровська» Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району Донбасу / В.В. Ішков, Є.С. Козій // Збірник наукових праць «Геотехнічна механіка», 2017, № 133, С. 213–227.

35 Ішков В.В., Козій Є.С. Деякі особливості розподілу берилію у вугільному пласті k₅ шахти «Капітальна» Красноармійського геолого-промислового району Донбасу / Вісник ОНУ. Сер.: Географічні та геологічні науки. 2020. Т. 25, вип. 1(36). – С. 214 - 227.

36 Спосіб визначення зон тріщинуватості по вмісту ртуті у вуглепородному масиві [Текст] П.С. Пащенко, В.В. Ішков, Є.С. Козій // Патент № 124527, Україна, МПК G01V 9/00, 2018. – Бюл. №7. – 5 с.

37 Спосіб визначення зон тріщинуватості по вмісту миш'яку у вуглепородному масиві / П.С. Пащенко, В.В. Ішков, Є.С. Козій // Патент № 124528, Україна, МПК G01V 9/00, 2018. – Бюл. №7. – 5 с.

ДОДАТОК А

Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи

№	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Примітка
			Документація		
1	A4	ТСТ.ОППМ.22.12.ПЗ	Пояснювальна записка	68	
			Графічні матеріали	24	Електронний ресурс
			Презентація Microsoft PowerPoint		Слайди

ДОДАТОК Б

Сертифікат учасника XX Міжнародної конференції молодих учених
«Геотехнічні проблеми розробки родовищ»



ДОДАТОК Д

ВІДГУК

керівника на кваліфікаційну роботу магістра
ст. гр. 103М-21з-1 Сафонова Олексія Дмитровича
на тему «Особливості зв'язку германію із зольністю вугілля та
потужністю пласта с₄¹ поля шахти «Самарська»»

Актуальність кваліфікаційної роботи магістра Сафонова О.Д. обумовлена можливістю промислового вилучення Ge з вугілля. Особливу актуальність роботи надає рішення Ради національної безпеки та оборони України від 16 липня 2021 року «Про стимулювання пошуку, видобутку та збагачення корисних копалин, які мають стратегічне значення для сталого розвитку та обороноздатності держави» та Указ Президента України №306/2021, який вводить в дію це рішення. В цих документах руди Ge включені до переліку, що мають стратегічне значення для сталого розвитку та обороноздатності держави.

Основне практичне значення результатів полягає у побудові карт ізоконцентрат Ge, їх регіональної та локальної складових, розрахунку рівнянь регресії та коефіцієнтів кореляції між вмістами Ge, потужністю і зольністю вугілля пласта с₄¹ шахти «Самарська». Основне наукове значення отриманих результатів полягає у встановленні характеру та генетичних причин зв'язку між концентраціями Ge, потужністю і зольністю вугілля пласта с₄¹ шахти «Самарська».

Сафоновим О.Д. при виконанні кваліфікаційної роботи магістра 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 магістром наступних результатів навчання: 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 уміння автора виявляти та розв'язувати проблеми, оновлювати та інтегрувати знання. Мова тексту кваліфікаційної роботи зрозуміла з дуже незначними хибами. Продемонстровано упевнене володіння компетенціями автономності та відповідальності.

Інтегральна оцінка кваліфікаційної роботи магістра – 96 «відмінно».

Керівник кваліфікаційної
роботи магістра

доц. Ішков В.В.

ДОДАТОК Е

РЕЦЕНЗІЯ

на кваліфікаційну роботу магістра
ст. гр. 103м-21з-1 Сафонова Олексія Дмитровича
на тему «Особливості зв'язку германію із зольністю вугілля та
потужністю пласта c_4^1 поля шахти «Самарська»»

Кваліфікаційна робота магістра виконана у відповідності до існуючих методичних вимог. Автором правильно визначено мету, об'єкт та предмет дослідження. Робота є актуальною тому, що вирішує питання пов'язані з виконанням цілої низки Законів України та постанов Кабінету Міністрів України, рішення Ради національної безпеки та оборони України, Указу Президента України.

Просторові данні щодо розподілу Ge, зольності та потужності вугільного пласта c_4^1 шахти «Самарська» приватного акціонерного товариства «ДТЕК ПАВЛОГРАДВУГІЛЛЯ» були проаналізовані за допомогою математичного моделювання у програмному середовищі для картування Golden Software Surfer. Автором загалом було побудовано 12 карт, розраховані 4 рівняння регресії та 2 коефіцієнти кореляції.

Матеріали кваліфікаційної роботи були апробовані на XX Міжнародній науковій конференції молодих учених «Геотехнічні проблеми розробки родовищ», яка проходила 27 жовтня 2022 року у Інституті геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова Національної академії наук України.

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 зрозуміла. Продемонстровано упевнене 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 магістра в цілому заслуговує оцінки «відмінно».

Рецензент
Завідувач кафедри
геофізичних методів розвідки
НТУ «Дніпровська політехніка»

проф. Довбніч М.М.