

**Міністерство освіти і науки України
Київський національний університет імені Тараса Шевченка**

БУРЛУЦЬКИЙ МИКОЛА СЕМЕНОВИЧ

УДК 553.94

**ЗАКОНОМІРНОСТІ ЛОКАЛІЗАЦІЇ ГЕРМАНІЄНОСНИХ ПЛОЩ
ДОНЕЦЬКОГО ВУГІЛЬНОГО БАСЕЙНУ ТА ЇХ ГЕОЛОГО- ЕКОНОМІЧ-
НА ОЦІНКА (НА ПРИКЛАДІ ЛИСИЧАНСЬКОГО ГЕОЛОГО-
ПРОМИСЛОВОГО РАЙОНУ)**

04.00.19 – економічна геологія

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата геологічних наук

Київ – 2013

Дисертацією є рукопис

Робота виконана на кафедрі геології родовищ корисних копалин геологічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка МОН України

Науковий керівник: доктор геологічних наук, професор
Михайлов Володимир Альбертович,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, декан геологічного факультету, завідувач кафедри геології родовищ корисних копалин

Офіційні опоненти: доктор геолого-мінералогічних наук, професор
Суярко Василь Григорович,
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, професор кафедри мінералогії, петрографії та корисних копалин;

кандидат геологічних наук, доцент
Проскурня Юлія Анатоліївна,
Донецький національний технічний університет,
доцент кафедри корисних копалин і екологічної геології

Захист відбудеться «29» серпня 2013 року о 14⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.001.32 при Київському національному університеті імені Тараса Шевченка за адресою: 03022, м. Київ, вул. Васильківська, 90, к. 104.

З дисертацією можна ознайомитись у Науковій бібліотеці ім. М. Максимовича Київського національного університету імені Тараса Шевченка (м. Київ, вул. Володимирська, 58, кім. 12).

Автореферат розісланий «4» липня 2013 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради
кандидат геологічних наук

М.М. Курило

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Германій є рідкісним елементом, який слугує сировиною багатоцільового призначення, і вперше отримав промислове використання в якості напівпровідникового матеріалу в другій половині минулого століття.

Всі об'єкти вітчизняної мінерально-сировинної бази (МСБ) пов'язані з кам'яновугільними родовищами Донецького та Львівсько-Волинського басейнів, де германій присутній як супутній корисний компонент.

До 2010 року в Україні проводилося вилучення металу на коксохімзаводах і теплових електростанціях. У даний період погашення (списання) запасів германію здійснюється внаслідок відпрацювання запасів кам'яного вугілля в Донецькому басейні. Обсяги списання в 2011 році становили 113,74 т металу з 23945 тис т вугілля, при цьому втрати при видобуванні вугілля склали 34,37 т германію.

Державним балансом запасів корисних копалин України обліковані 220 об'єктів із запасами германію в кам'яному вугіллі Донецького і Львівсько-Волинського басейнів.

Обсяги споживання в вітчизняному мінерально-сировинному комплексі германію оцінюються на рівні 2–4 т щороку, при цьому Україна в минулі періоди була здатна експортувати в декілька разів більше металу у розвинуті країни Європи і Азії. Основним джерелом можливого отримання металу є вугілля, запаси та масштаби видобутку якого вважаються практично необмеженими.

Визначення гірничо-геологічних передумов, технологічних можливостей та економічної ефективності вилучення германію при розробці вугільних родовищ є необхідним для оцінки шляхів підвищення рентабельності їх комплексного відпрацювання. Цим обумовлена актуальність роботи. Тема роботи узгоджується з положеннями Державної програми розвитку та реформування гірничо-металургійного комплексу та Загальнодержавної програми розвитку МСБ України на період до 2030 року.

Зв'язок роботи з науковими програмами та темами. Результати наукових досліджень, які наведені в дисертації, отримані під час виконання науково-дослідних робіт, що проводилися науково-дослідною частиною геологічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка, зокрема, «Розробка моделей різномасштабних геологічних систем на базі новітніх технологій як теоретичної основи забезпечення приросту запасів корисних копалин та їх раціонального використання» (державний реєстраційний номер №0106U005854) та «Розробка наукових засад геолого-економічної оцінки стану та перспектив розвитку мінерально-сировинної бази України» (0111U006374).

Мета і задачі дослідження. Мета дослідження полягає в визначенні доцільності та ефективності освоєння супутнього германію при комплексній розробці вугільних родовищ Лисичанського геолого-промислового району (ГПР).

Для досягнення визначеної мети були поставлені наступні завдання:

– проаналізувати сучасний стан сировинної і ресурсної бази германію з визначенням основних джерел отримання товарної продукції;

– визначити динамічні показники кон'юнктури внутрішнього і зовнішнього ринків мінеральної сировини, які необхідні для прогнозування на майбутні періоди;

– визначити закономірності розподілу германію у вугільних пластах Лисичанського геолого-промислового району з метою виявлення найбільш перспективних ділянок для супутнього вилучення металу;

– встановити залежності концентрацій германію від якісних характеристик вугільних пластів за допомогою статистичного аналізу;

– розробити та апробувати комплекс методів підрахунку запасів германію у вугільних пластах з врахуванням визначених особливостей розподілу германію.

Об'єктом досліджень є запаси та ресурси германію у вугільних пластах в межах Лисичанського ГПР.

Предметом досліджень є геологічні, гірничотехнічні та техніко-економічні чинники, які визначають промислову цінність супутнього германію при комплексному освоєнні вугілля Лисичанського ГПР.

Методи досліджень. Для досягнення визначеної мети було використано комплекс загальнонаукових та спеціальних методів досліджень, зокрема, *геолого-структурне та технологічне картування* родовищ полів вугільних шахт (для отримання первинної геологічної інформації по об'єктам дослідження Лисичанського ГПР); *методи кореляційно-регресійного аналізу та картографічні методи* (для визначення закономірностей розподілу германію у вугільних пластах); *методи статистичного моделювання та прогнозування* для визначення тенденцій внутрішнього та регіональних ринків мінеральної сировини; *методи порівняльного аналізу та поваріантних розрахунків* (при підрахунку запасів германію у вугільних пластах та обґрунтуванні параметрів кондицій на мінеральну сировину); *методи інвестиційного аналізу* при визначенні промислового значення запасів германію у вугіллі Лисичанського ГПР.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у визначенні головних залежностей розподілу германієності вугілля Лисичанського геолого-промислового району від особливостей геологічної будови та якісних характеристик вугілля і базується на наступних основних положеннях:

1. Вперше визначені залежності германієності вугільних пластів в межах Лисичанського геолого-промислового району від кількісних та якісних характеристик вугілля за результатами використання кореляційно-регресійного аналізу і картографічних методів.

2. Встановлені закономірності розподілу германію у вугільних пластах за їх простяганням і падінням, в залежності від їх потужності, а також від типу покрівлі і підшви пластів.

3. Отримали подальший розвиток методики підрахунку запасів супутнього германію, які враховують регіональні та локальні особливості розподілу металу у вугільних пластах Лисичанського ГПР; обґрунтовані оптимальні значення параметрів кондицій для підрахунку запасів металу.

4. Вперше виконано варіативний підрахунок запасів германію по пластах k_8 та l_2^1 в межах Лисичанського ГПР способом геологічних блоків з використанням традиційних і альтернативних параметрів кондицій на мінеральну сировину.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечуються обсягом фактичного матеріалу, який самостійно опрацьований автором, а також комплексом використаних загальнонаукових та спеціальних методів досліджень.

Наукове значення роботи полягає у систематизації та вдосконаленні методик геолого-економічної оцінки германієносних площ, а також у розробці та апробації додаткових параметрів кондицій для підрахунку запасів германію у вугіллі. У перелік параметрів рекомендовано включати метропроцент, який є відносним показником і визначається добутком потужності вугільного пласта та вмісту германію.

Практичне значення отриманих результатів. Вперше розроблено та обґрунтовано доцільність використання додаткових параметрів кондицій для підрахунку запасів германію у вугіллі. Визначено геологічні та техніко-економічні передумови супутнього вилучення германію при комплексній розробці вугільних пластів Лисичанського ГПР. Передбачається, що результати досліджень можуть бути використані виробничими підприємствами та установами Державної служби геології та надр України, а також підприємствами вугільної галузі.

Особистий внесок автора. Усі основні результати і висновки, які винесені на захист, отримані здобувачем самостійно. Автором особисто проведена документація гірничих виробок на об'єктах вуглевидобування Лисичанського ГПР.

Автор брав участь у геолого-структурному картуванні, опробуванні вугільних пластів і порід, що їх вміщують, та інших роботах. Уся обробка матеріалу автором проведена особисто.

Особистий внесок здобувача в публікаціях, виконаних в співавторстві, визначається наступним чином: статистичний аналіз та формулювання висновків [1, 2, 3], збір та аналіз інформації щодо технологій вилучення германію при розробці запасів вугілля [4], вивчення геологічної будови, структурних та тектонічних особливостей, які впливають на ефективність освоєння германієвмісних вугільних родовищ, формулювання висновків [4,6-11,13].

Апробація результатів дисертації. Результати досліджень були представлені на Міжнародній науковій конференції «Наукові засади геолого-економічної оцінки мінерально-сировинної бази України та світу» (Київ, 2011 р.), VIII Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми теоретичної і прикладної мінералогії, геології, металогенії гірничодобувних регіонів», (м. Кривий Ріг, 2012 р.), Міжнародній науковій конференції «Моніторинг геологічних процесів та екологічного стану середовища», (м. Київ, 2012р.). Також окремі розділи роботи та методичні розробки досліджень доповідались і використовувались на засіданнях Науково-технічної ради Держгеонадр України.

Публікації. За результатами дослідження опубліковано 14 наукових праць – 13 наукових статей, у тому числі 11 - у фахових виданнях (з них дві - одноосібні), 2 статті в інших виданнях та 1 публікація у матеріалах і тезах доповідей на наукових конференціях.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота викладена на 168 сторінках тексту, складається з вступу, 6 розділів, висновків, списку літератури з 122

найменувань, містить 38 рисунків, 20 таблиць. Загальний обсяг дисертації складає 184 сторінки.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У першому розділі «Сучасний стан ринку і перспективи розвитку мінерально-сировинної бази германію в Україні» виконано аналіз тенденцій світового та регіональних ринків сировини та перспектив розвитку вітчизняної мінерально-сировинної бази германію. Питання супутнього вилучення германію при комплексній розробці вугільних родовищ висвітлювались в опублікованих роботах 1960-70 років минулого сторіччя. Найбільша увага приділялась закономірностям розподілу германію у вугіллі, його органічній та неорганічній частині, описані форми знаходження германію у вугіллі та геологічні умови його розподілу у вугільних родовищах. Вивченню супутніх корисних копалин та компонентів вугільних родовищ присвячено роботи Погребицького Є.О., Ломашова І.П., Лосєва Б.І., Клера В.Р. та Саприкіна Ф.Я., в яких викладені методичні рекомендації щодо проведення комплексної промислової оцінки вугільних родовищ. У роботах сучасного періоду зустрічаються оцінки германієності вугільних пластів Донбасу, зокрема Донецько-Макіївського, Петропавлівського, Красноармійського та Луганського вуглепромислових районів.

За даними Державного науково-виробничого підприємства «Геоінформ України» запаси германію в Україні підраховано на 217 шахтних полях і ділянках і оцінюються як великі з вмістом металу від 0,3–1,3 г/т (в антрацитах) до 3,8–9,2 г/т (в низькометаморфізованому вугіллі), при цьому вважається, що промислове значення має лише коксівне вугілля з середнім вмістом металу 4,5 г/т.

Необхідність детального вивчення та проведення геолого-економічної оцінки запасів германію у вугіллі Донбасу пов'язана з наступними чинниками:

- наявність значних запасів вугілля (площею до 30 % шахтних полів) з промисловими концентраціями германію;
- можливість налагодження супутнього вилучення германію з надсмольних вод під час коксування вугілля на коксохімічних заводах;
- залежність виробництва германію від імпортової сировини при потребах промисловості у 2-4 т металу на рік;
- можливість покращення економічної ефективності роботи вугільних підприємств за рахунок комплексного освоєння запасів.

У даній частині роботи визначені тенденції ринку германію, які свідчать про наявність наступних позитивних характеристик для розвитку вітчизняної МСБ:

- невеликі, але додатні темпи росту виробництва германію, які залишаться сталими і в майбутніх періодах;
- сталі темпи росту ціни германію на світовому ринку, які спостерігаються в останнє десятиріччя;
- наявність споживачів германію на найближчих регіональних ринках, які не мають власної сировинної бази виробництва металу;
- поява нових технологій у електроніці та енергетиці, які передбачають використання германію і певні зрушення у структурі його споживання; найбільш перспективними напрямками зі сталими обсягами використання металу у майбут-

ньому є сонячна енергетика і електроніка, волоконна оптика і виробництво полімерів.

Негативними рисами ринку даної мінеральної сировини є нестабільність обсягів виробництва і споживання, що ускладнює достовірне прогнозування їх кількісних та якісних показників. При цьому ці недоліки не впливають на загальні тенденції ринку германію у довгостроковій перспективі і є відчутними лише у певні нетривалі періоди. Визначені позитивні характеристики свідчать про можливість і доцільність залучення у промислове освоєння наявних розвіданих запасів германію і необхідність виконання їх геолого-економічної переоцінки з врахуванням визначених закономірностей ринку. Перспективи розвитку МСБ германію в Україні вважаються досить великими з огляду на можливість відновлення виробництва його на коксохімічних підприємствах Донбасу.

У другому розділі «**Генетичні та геолого-промислові типи германієвих та германійвмісних родовищ**» висвітлено особливості утворення геолого-промислових типів родовищ. Базуючись на геологічних і мінералого-геохімічних параметрах підвищені концентрації германію можуть виникати на всіх стадіях мінерало- і породоутворення – ендегенних, екзогенних і метаморфічних, що в свою чергу, дає змогу розділити їх на відповідні генетичні серії, класи та формації. Характерною особливістю концентрацій германію є те, що вони майже не утворюють власних мінералів та родовищ і зазвичай накопичуються в рудоутворюючих мінералах, породах у вигляді домішок. Концентрації германію, які мають промислове значення, зустрічаються в трьох генетичних типах руд: гідротермальних, метаморфізованих та осадових. У підрозділі «Генетичні особливості формування і локалізації концентрацій германію у вугільних родовищах», на основі перелічених матеріалів і власних досліджень автора проаналізовано питання генезису германієвого зруденіння у вугіллі.

Третій розділ «**Геолого-промислова характеристика Лисичанського ГПР**» присвячений детальній характеристиці Лисичанського геолого-промислового району, який в геологічному відношенні є складовою частиною Донецького вугільного басейну. Відповідно до прийнятої для Донецького басейну схемою розташування геолого-промислових районів, межі Лисичанського геолого-промислового району прийняті наступні: на північному сході - Северодонецький насув; на заході - адміністративна межа з Донецькою областю, на південному заході - Мар'ївський насув; на південному сході - спільний кордон з Луганським геолого-промисловим районом по Мар'ївському насуву.

Геологічна будова району детально вивчалась фахівцями підприємств «Луганськгеологія», «Артемгеологія», «Дніпрогеологія», якими також проведені роботи щодо обґрунтування доцільності промислового виробництва германію з енергетичного вугілля Донбасу, результати яких викладені у фондових матеріалах.

У геологічній будові Лисичанського вугленосного району беруть участь кам'яновугільні, тріасові, верхньокрейдові, палеогенові, неогенові та четвертинні відклади (рис. 1).

Відклади кам'яновугільної системи представлені світами C_2^3 - C_3^2 . Вуглевмісними є світи середнього відділу, відклади світ на території, що досліджується, є

мінімальними у порівнянні з потужностями цих же світ у решті частини відкритого Донбасу; розкрита потужність карбону становить тут 2410 м.

Відклади карбону в цьому районі покриті більш молодими породами: тріасового, крейдового, палеогенового, неогенового та четвертинного віку.

У тектонічному відношенні Лисичанський ГПР є частиною складно побудованої складчастої області північно-східного крила Бахмутської котловини.

У будові району виділяються два тектонічних елементи: пояс купольних (брахіантиклінальних) структур, затиснутих між Лисичанським і Северодонецьким насувами, і моноклінальне крило Бахмутської котловини. Купольні структури району витягнуті з північного заходу на південний схід.

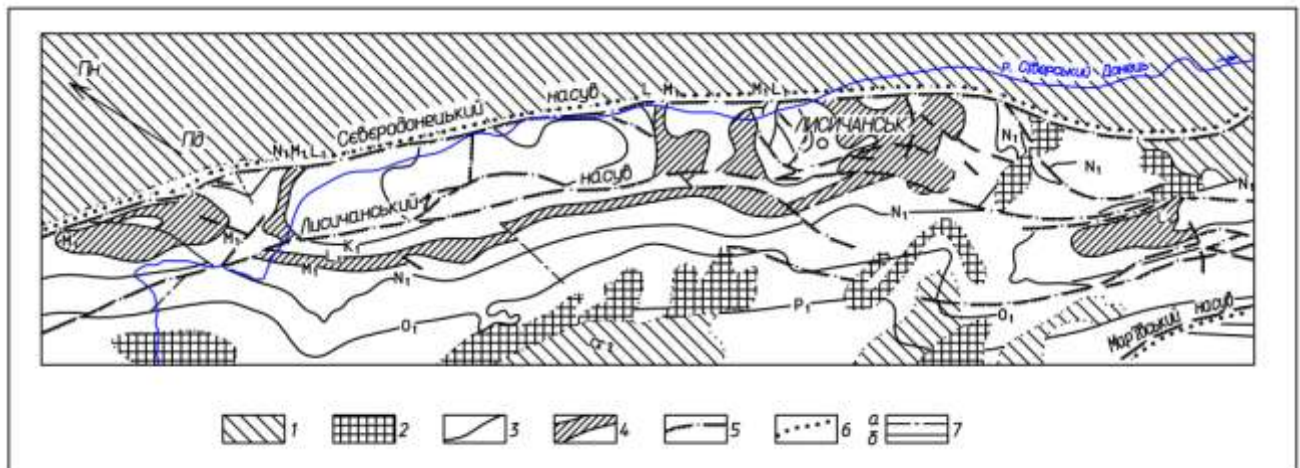


Рис. 1. Схема геологічної будови Лисичанського ГПР

1 – верхня крейда, 2 – тріас, 3 – граничні вапняки світ карбону, 4 – виходи світи C_2^6 , 5 – розривні порушення, 6 – границі району, 7 – вугільні пласти (а – робочі, б – неробочі)

Відклади карбону в районі характеризуються нерівномірною вугленосністю, яка приурочена виключно до утворень середнього карбону (до світ C_2^3 , C_2^4 , C_2^5 , C_2^6 і C_2^7), причому вугленосність в північно-західній частині різко відрізняється від вугленосності в південно-східній: на північному заході більше поширення мають вугільні пласти l_6^H , l_4 , l_3 і k_8^H , а на південному сході – m_3^B (m_3), l_5 , l_3 , k_8^H (k_8). Решта пластів на більшій частині району мають невитриману, а на обмежених площах – відносно витриману потужність. Найбільш вугленасиченою є центральна частина району, що включає поля діючих шахт «Новодружівська», ім. Мельникова, ім. 60-річчя Радянської України, «Матроська» і розвідані ділянки Мельниківську нижню, Новодружівську Глибоку, Лисичанську Глибоку.

Усі вугільні пласти на площі Лисичанського геолого-промислового району розвідані до горизонтів мінус 300 – мінус 500 м, а в центральній частині, у висячому крилі Лисичанського насуву, до глибини мінус 1200 – мінус 1500 м.

Вугільні пласти розроблялися шахтами як на моноклінальному крилі Бахмутської котловини, так і на куполах: Кременському, Лисичанському, Матроському.

Зародження і розвиток вугільної промисловості в районі починалися з розробки пласта k_8 , у різні часи інтенсивно розроблялися пласти l_3 , l_4 , l_5 і l_6 . Потужності робочих вугільних пластів в більшості випадків значно коливаються по площі і

часто зменшуються до неробочого стану. Найбільша вугленосність приурочена до світ C_2^5 , C_2^6 і C_2^7 .

У світі C_2^7 основним пластом є $m_3 + m_3^B$, що зберігає робочу потужність майже на всій площі району; інші пласти (m_7 , m_6^3 , m_6^2 , m_6^1) є робочими тільки в центральній і східній частинах району.

У світі C_2^6 міститься найбільша кількість робочих пластів. Коефіцієнт робочої вугленосності цієї світи – 2,1. З восьми робочих пластів світи тільки три нестійкі, решта пластів втрачають робочі потужності лише на окремих ділянках. Зокрема, вугленосність світи різко знижується на Кременському куполі (тут більшість пластів світи має неробочу потужність).

У світі C_2^5 тільки пласт k_8 на всій площі Лисичанського і на північному заході суміжного Алмазно-Мар'ївського району зберігає потужність у середньому 1,2 м. Це основний, найбільш розроблюваний пласт району.

Будова пластів як проста, так і складна. При складній будові пласти поділяються прошарками порожніх порід на дві, рідше 3–4 вугільні пачки. Породні прошарки представлені частіше аргілітами потужністю від 0,01 до 1,45 м. Слід відзначити особливості будови пласта k_8 , який у Лисичанському районі роздвоюється на два самостійних пласта – k_8^H і k_8^B . На окремих ділянках обидва пласта зближуються і розглядаються як один складний пласт.

Максимальна потужність пачки порід, що розділяє пласти k_8^H і k_8^B , досягає 16–18 м (Матроський купол), мінімальна – 0,1–0,15 м (ділянка «Кременна Східна»). Там, де пласт k_8 представлений двома самостійними пластами, найбільш витриманим по потужності є пласт k_8^H потужністю від 0,89 до 1,63 м. Потужність пласта k_8^B коливається від 0,82 до 1,04 м, іноді пласт втрачає своє промислове значення (часто повністю розмитий).

Для пластів Лисичанського ГПР характерні також розмиви, які виділені в пластах k_8 і l_1^1 , в межах Волчоярської синклінали, в зоні зчленування Матроського і Волчоярського куполів, встановлено повний розмив пласта l_3 , де відповідний інтервал представлений пісковиками.

Вміщуючими породами для вугільних пластів є в основному аргіліти, рідше алевроліти і пісковики; у покрівлі деяких пластів (k_8 , l_3 , l_4) залягають вапняки.

Вугілля Лисичанського ГПР за вихідним матеріалом є гумусовим з дуже рідкісними і незначними за потужністю (5–15 см) прошарками вугілля сапропелево-гумусового типу. Прошарки сапропелевого вугілля типу кеннелів і кеннелбогхедів відзначені в пластах l_3 , l_4 і k_8^H . Прошарки цього типу вугілля зазвичай залягають в покрівлі пластів, рідше в середині.

Гумусове вугілля представлено переважно вугіллям дюрено-кларенового типу; гелефікована речовина становить не менше 70 % загального складу. Пласти l_3 , k_7^1 , k_8 , l_1^1 , m_3 , m_6 складені «відновленим» вугіллям типу *b*, пласти l_6 , l_8 , m_5 , і частково l_3 , l_4 , l_5 – «слабовідновленим» вугіллям типу *a*.

Для Лисичанського ГПР характерні високі порівняно з іншими районами Донбасу середні вмісти германію (більше 14 г/т) по пластах k_8^H , k_8^B , l_2^1 , l_5 , l_6 . Враховуючи існуючий досвід промислового вилучення германію із вугільних пластів Лисичанського району, яке проводилось в другій половині минулого століття, та позитивні зміни на ринку мінеральної сировини (відчутне зростання цін

на германій на 35–50 % (за рахунок більшого споживання в електроніці і сонячній енергетиці), комплексна переоцінка та розробка германієносних вугільних пластів є одним з найбільш раціональних шляхів освоєння запасів вугілля Лисичанського геолого-промислового району.

У четвертому розділі «**Головні закономірності розподілу концентрацій германію та їх залежності від якісних характеристик вугілля на прикладі Лисичанського ГПР**» визначені залежності концентрацій германію від якісних характеристик вугільних пластів за допомогою статистичного аналізу.

Для геолого-промислових районів Донбасу розповсюдження концентрацій германію узгоджується зі зміною ступеня метаморфізму вугілля, при цьому головними закономірностями зміни метаморфізму вугілля, які впливають на характер поширення рідкісних елементів, є наступні:

1. Ступінь метаморфізму збільшується від стратиграфічно більш високих горизонтів до більш низьких.

2. Збільшення ступеня метаморфізму в кожному пласті на площі відбувається поступово паралельно збільшенню потужності вугленосної товщі із заходу на схід та від периферійної частини басейну до його центральної частини.

3. Ступінь метаморфізму в конкретному пласті (при рівних потужностях відкладів) збільшується в міру їхнього занурення в сучасному структурному плані, тобто із збільшенням сучасної глибини залягання по вертикалі.

Для шахтних полів Донбасу, які досліджуються, максимальні концентрації металу пов'язані з пластами низькометаморфізованого вугілля марок Д, ДГ, Г.

Германій у вугіллі поширений нерівномірно. Значно відрізняються за середнім вмістом металу окремі пласти та їхні ділянки.

Для встановлення основних закономірностей розподілу германію в вугільних пластах k_8^H , k_8^B , l_2 , l_5 , l_6 в межах Лисичанського району визначались залежності концентрації металу від потужності пласту, а також за простяганням та глибиною залягання пласта за допомогою графічної кореляції. Використовувались дані опробування вугільних пластів, які проводились під час розвідувальних та експлуатаційних робіт на шахтах Привольнянська, Новодружівська, ім. Мельникова, Капустіна, 60-річчя Радянської України. При цьому опрацьовувались результати по окремих пластах за їх простяганням та глибиною, оскільки в такому випадку виключається вплив стратиграфічного фактору.

У межах Лисичанського району більшість закономірностей розподілу германію у вугіллі підтверджуються, крім цього мають і особливості притаманні самій території.

У пластах, які досліджуються, концентрації германію знаходяться в межах від перших десятих відсотків до декількох десятків г/т в середньому становлять: по пласту k_8 – 12,59 г/т, по пласту l_2^1 – 9,29 г/т, по пласту l_5 – 17,06 г/т, по пласту l_6 – 17,55 г/т. Ці значення в декілька разів перевищують середні показники по інших районах Донбасу та мінімальні промислові значення, які за сучасними вимогами повинні перевищувати 10 г/т для енергетичного вугілля і 3 г/т для коксівного вугілля.

Графічне зображення розподілу концентрації германію у вугільних пластах в межах Лисичанського геолого-промислового району наведено на рис. 2–3. Для графічних побудов використовувалась умовна система координат.

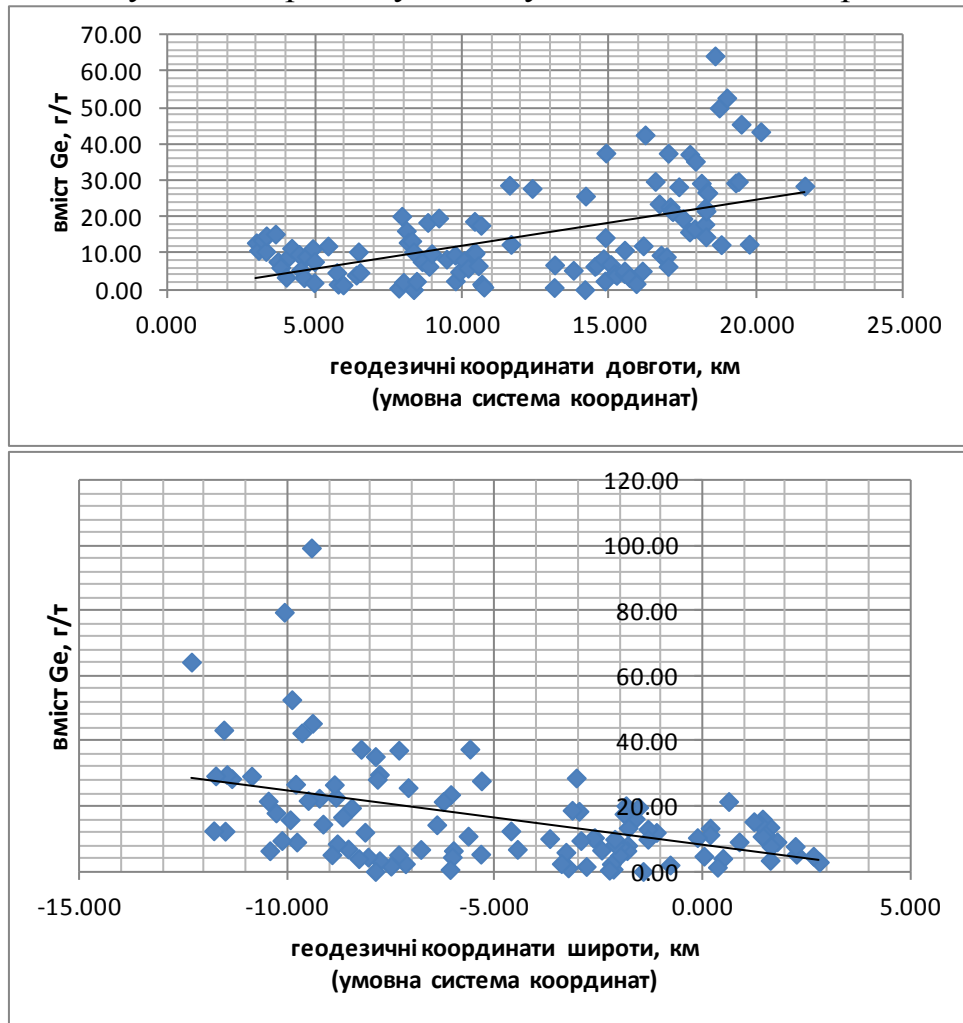


Рис. 2. Розподіл концентрації германію в пласті I₅ за його простяганням

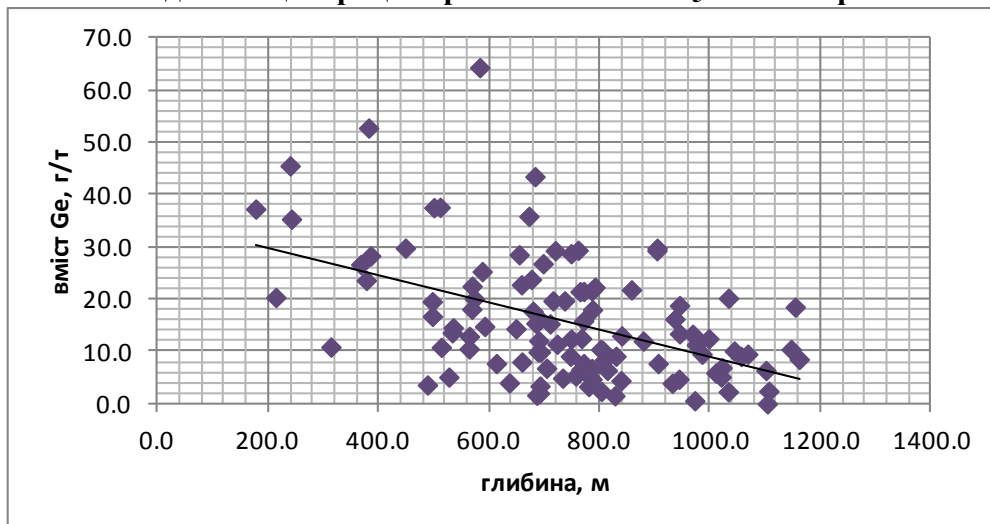


Рис. 3. Зміна концентрації германію в пласті I₅ в залежності від глибини залягання пласта

Для визначення залежностей вмісту германію у вугільних пластах було статистично опрацьовано дані по пластах k_8^H , k_8^B , l_2 , l_5 , l_6 , які є досить витриманими за потужністю та характеризуються простою та складною будовою.

По пластах k_8^H , k_8^B було використано 75 результатів опробування із середньою глибиною відбирання проб 850 м (мінімальна глибина – 387 м, максимальна – 1169 м), по пласту l_2^1 – 64 результати опробування з середньою глибиною 822 м (1262 м та 162 м відповідно), по пласту l_5 – 124 проби з середньою глибиною 751,8 м (1212 м та 177 м відповідно); по пласту l_6 – 131 проба з середньою глибиною 681,4 м (1195,5 та 86,2 м відповідно).

Визначалися коефіцієнти парної кореляції для наступних кількісних і якісних характеристик вугільних пластів:

- вміст германію, г/т;
- глибина опробування, м;
- потужність вугільного пласта, м;
- зольність A^d , %;
- вихід летких речовин V^{daf} , %;
- вміст сірки, %;
- тип покрівлі та підосви пласта.

Найбільш ілюстративним для визначення залежностей між головними якісними та кількісними характеристиками вугільних пластів і концентрацій германію в них виявився пласт k_8 , який є основним робочим пластом в районі, що досліджується, та характеризується найбільшими значеннями потужності (від 0,17 м до 1,98 м, в середньому – 1,1 м).

За результатами статистичного опрацювання даних зафіксовано дуже слабкий кореляційний зв'язок між концентрацією германію та показниками зольності вугілля, виходом летких речовин і типом покрівлі та підосви пласта. Визначена обернена залежність між вмістом металу та потужністю вугільних пластів і глибиною опробування, яка найбільш чітко простежується по пластах l_2^1 та l_5 . Окремо досліджувались залежності між концентраціями германію і типами покрівлі та підосви вугільного пласта, які найчастіше представлені глинистими сланцями, піщаними сланцями, пісковиками та вапняками. Були визначені рангові коефіцієнти кореляції, які зафіксували лише дуже слабкий кореляційний зв'язок між концентраціями Ge та типом покрівлі вугільних пластів k_8 і l_2^1 .

З метою визначення достовірних залежностей між показниками були побудовані графіки розподілу вмісту металу за типами покрівлі та підосви вугільного пласта. Для опрацьованих результатів у пластах k_8^H , k_8^B , де було встановлено слабку залежність між даними характеристиками, зафіксовано, що максимальні абсолютні та середні значення вмісту металу (більше 40 г/т) спостерігаються у випадках, коли покрівля пласта представлена глинистими сланцями.

У вугільних пластах також підтверджується залежність вмісту Ge від типів вугілля за відновленістю: у випадках, коли пласт складений різними типами вугілля за відновленістю, максимальні концентрації германію приурочені до тієї частини пласта, яка складена менш відновленим вугіллям.

Окремо для вивчення просторових залежностей між головними якісними і кількісними характеристиками вугільних пластів і концентрацій германію були

побудовані карти ізоліній та ізопакіт для вищезазначених пластів у межах району (рис. 4–5).

Таким чином, для Лисичанського геолого-промислового району характерні високі порівняно з іншими районами Донбасу середні вмісти германію (більше 14 г/т) по пластах k_8^H , k_8^B , l_2^1 , l_5 , l_6 .

Розподіл германію за простяганням вугільних пластів чітко узгоджується зі зміною ступеня метаморфізму вугілля і характеризується зростанням вмісту металу із сходу на захід та в північному напрямку, тобто із зменшенням ступеня метаморфізму зростає вміст германію. Найбільш збагаченими металом виявляються найменш потужні пласти, а особливо їхні прикровельні частини.

Визначені закономірності розподілу германію в межах Лисичанського району доцільно і необхідно враховувати під час підрахунку запасів супутнього металу у вугіллі та проведенні комплексної геолого-економічної оцінки вугільних родовищ району.

Враховуючи існуючий досвід промислового вилучення германію із вугільних пластів Лисичанського району, яке проводилося в другій половині минулого століття, та позитивні зміни на ринку мінеральної сировини (відчутне зростання цін на германій на 35–50 % за рахунок збільшення його споживання в електроніці і сонячній енергетиці), комплексна переоцінка та розробка германійвмісних вугільних пластів є одним з найбільш раціональних шляхів освоєння запасів вугілля Лисичанського геолого-промислового району.

У п'ятому розділі «**Динамічні моделі підрахунку запасів германію у вугільних пластах Лисичанського ГПР**» на основі визначених залежностей вдосконалено методи підрахунку запасів супутнього германію у вугіллі. Параметри кондицій традиційно стосуються балансової приналежності запасів вугілля, а формула підрахунку запасів германію враховує лише якість/вміст металу.

Класичні формули підрахунку запасів супутнього германію можна скоригувати відповідно до визначених закономірностей розподілу концентрацій металу та їх залежності від якісних характеристик вугілля в межах Лисичанського ГПР. Зокрема, розподіл концентрацій германію певним чином корелюється з наступними характеристиками вугільних пластів: глибиною залягання, потужністю вугільного пласта, зольністю A^d , виходом летких речовин V^{daf} , вмістом сірки, типом покрівлі та підосви пласта.

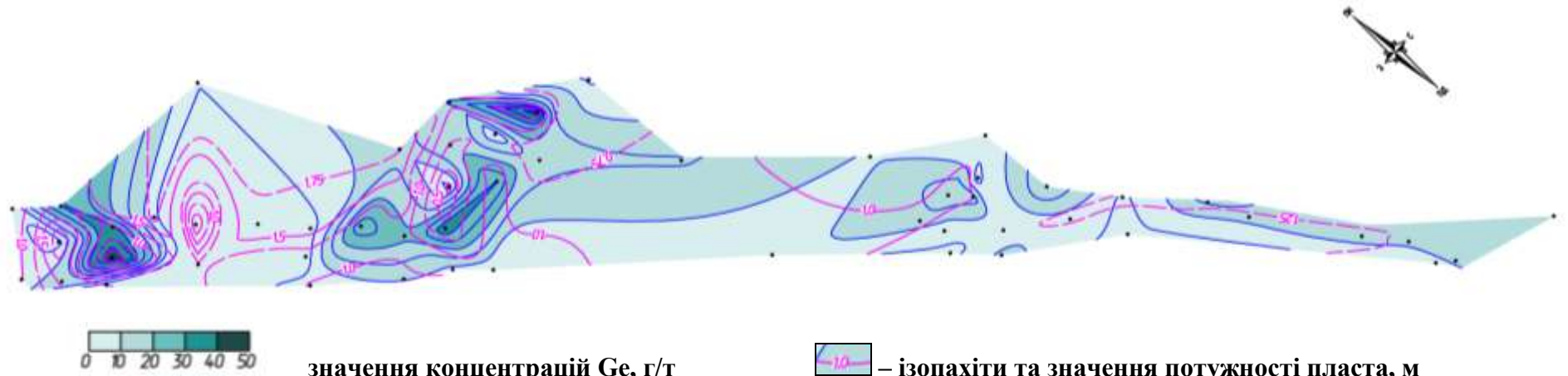


Рис. 4. Розподіл і залежності концентрацій германію та потужності пластів k_8^H , k_8 у межах Лисичанського району

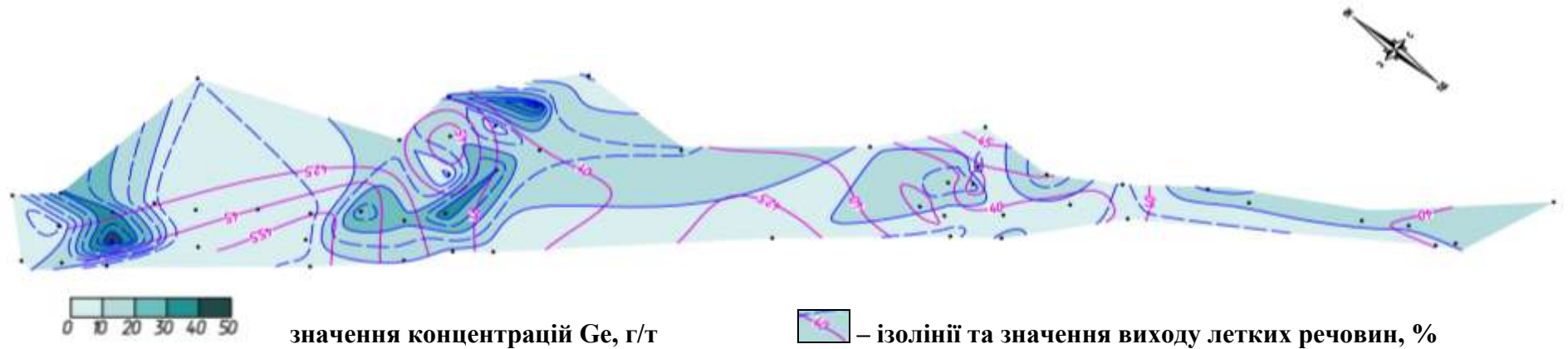


Рис. 5. Розподіл і залежності концентрацій германію та виходу летких речовин в пластах k_8^H , k_8 у межах Лисичанського району

При цьому найбільш значущими є показники зв'язку саме між потужністю вугільних пластів та вмістом металу, а саме найбільш збагаченими германієм виявляються найменш потужні пласти, а особливо їхні прикровельні частини. Це зумовлює необхідність врахування таких особливостей при підрахунку запасів металу, оскільки максимальні вмісти можуть виявлятися в позабалансових ділянках (за кондиціями для вугілля). І навпаки, під час спільного підрахунку запасів вугілля і металу в контурі, що оцінюється, можуть включатись ділянки, збіднені германієм, вилучення якого може значно погіршувати рентабельність розробки всього родовища.

Для врахування таких особливостей розподілу германію в межах Лисичанського ГПР пропонується в перелік параметрів кондицій вводити показник метропроценту, який є відносним показником і визначається добутком потужності вугільного пласта та вмісту германію. Він дозволить включати в контур підрахунку запасів металу найякісніші ділянки, які характеризуються мінімальними потужностями пластів, а також виключати з контуру «збіднені металом» ділянки.

У розділі проведено підрахунок запасів германію по пластах k_8 та l_2^1 в межах Лисичанського ГПР традиційним способом геологічних блоків за 5 варіантами параметрів кондицій, три з яких враховують показник метропроценту. Передбачені наступні значення головних параметрів кондицій (по варіантам):

- підрахунок запасів германію з врахуванням кондицій балансових запасів вугілля, в тому числі зольність – 35 %, мінімальна потужність пласта – 0,6 м;
- підрахунок запасів германію з врахуванням кондицій позабалансових запасів вугілля, в тому числі зольність – 40 %, мінімальна потужність пласта – 0,45 м;
- підрахунок запасів германію з врахуванням метропроценту при бортовому вмісті Ge – 10 г/т та мінімальній потужності пласта – 0,6 м;
- підрахунок запасів германію з врахуванням метропроценту (14,4) при бортовому вмісті Ge – 24 г/т та мінімальній потужності пласта – 0,6 м;
- підрахунок запасів германію з врахуванням метропроценту (21) при бортовому вмісті Ge – 35 г/т та мінімальній потужності пласта – 0,6 м.

Варіативність проведених розрахунків дає можливість врахувати регіональні і локальні особливості розподілу германію у вугільних пластах Лисичанського ГПР, а також обґрунтовує оптимальні значення параметрів кондицій для підрахунку запасів металу. Як видно з результатів обчислень величина запасів германію, підрахованих за кондиціями балансових і позабалансових запасів вугілля, є максимальною, але при цьому не відбраковуються ділянки, збіднені металом, що може призвести до зменшення рентабельності його вилучення.

Найбільш оптимальним варіантом підрахунку запасів є четвертий із застосуванням показника метропроценту при бортовому вмісті Ge – 24 г/т та мінімальній потужності пласта – 0,6 м. Він забезпечує дотримання вимог що-

до робочої потужності вугільних пластів і при цьому залучає в підрахунок запасів ділянки пластів з максимальними вмістами германію.

Останній варіант підрахунку запасів можна вважати необґрунтованим, оскільки передбачений метропроцент (21) при бортовому вмісті Ge – 35 г/т та мінімальній потужності пласта – 0,6 м відбраковує більшу частину вугільних пластів саме за якісним показником вмісту германію. У результаті такого оконтурення площа підрахункового контуру зменшується в декілька разів, кондиційні ділянки розташовані нерівномірно і утворюють ізольовані тіла, які ускладнюють гірничо-геологічні умови супутнього видобування і вилучення металу.

У останньому, шостому розділі **«Оптимальні напрямки промислового освоєння супутнього германію у вугіллі Лисичанського району»** визначено головні техніко-економічні передумови вилучення супутнього германію із вугілля, якими є:

- наявність основних фондів як з видобутку і вилучення сировини, так і з виробництва готової германієвої продукції;
- наявність кваліфікованої робочої сили видобувних і переробних підприємств;
- наявність спеціалізованих підприємств, які мають вихід на регіональні зовнішні ринки даної сировини (ЗАТ «НПО «Донмет»);
- можливість реалізації комплексного освоєння надр (на прикладі розробки Біганського родовища з використанням вугілля Лисичанського ГПР як складової шихти) ;
- доцільність екологізації видобутку вугілля за рахунок сучасних технологій вилучення і збагачення германію у вугіллі.

Крім цього визначено економічну ефективність комплексної розробки вугільних родовищ та вилучення германію в перспективних гірничих проектах.

Наявність технологій вилучення і основних виробничих фондів сприяють отриманню прийнятних термінів окупності інвестицій та достатньої рентабельності виробництва (25–30% залежно від структури товарної продукції при продуктивності з випуску германію – 5 т/рік).

ВИСНОВКИ

Результати виконаних досліджень дали змогу сформулювати наступні висновки:

1. Визначені тенденції ринку германію свідчать про наявність позитивних характеристик для розвитку вітчизняної мінерально-сировинної бази: невеликі, але додатні темпи росту у виробництві германію, які залишаються стабільними і в майбутніх періодах; сталі темпи росту ціни германію на світовому ринку, які спостерігаються в останнє десятиріччя; наявність споживачів германію на найближчих регіональних ринках.

2. Розподіл германію за простяганням германієносних вугільних пластів в межах Лисичанського ГПР чітко узгоджується зі зміною ступеня метаморфізму вугілля і фіксується зростання вмісту металу з сходу на захід та в північному напрямку, тобто зі зменшенням ступеня метаморфізму.

3. У межах району досліджень встановлено слабкий кореляційний зв'язок між концентрацією германію та показниками зольності вугілля, виходом летких речовин і типом покрівлі та подошви пласта.

4. Визначена обернена залежність між вмістом металу та потужністю вугільних пластів і глибиною опробування, що найбільш чітко простежується по пластах l_2^1 та l_5 .

5. Визначено оптимальні параметри кондицій для підрахунку запасів германію у вугіллі в межах Лисичанського ГПР, які включають метропроцент (14.4) при бортовому вмісті Ge – 24 г/т та мінімальній потужності пласта – 0.6 м.

6. Виконано геолого-економічну оцінку запасів германію за оптимальним варіантом підрахунку запасів. Встановлено, що комплексна розробка германієносних вугільних пластів є одним з найбільш раціональних шляхів освоєння запасів вугілля Лисичанського геолого-промислового району. Наявність технологій вилучення і основних виробничих фондів сприяють отриманню прийнятних термінів окупності інвестицій та достатньої рентабельності виробництва (25–30% залежно від структури товарної продукції при продуктивності з випуску германію – 5 т/рік).

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. **Бурлуцький М.С.** Зв'язок промислових концентрацій германію та якісних параметрів вугілля Лисичанського геолого-промислового району / **Бурлуцький М.С.**, Курило М.М. // Мінеральні ресурси України.-№3.-2012.-С.16-19.
2. **Бурлуцький М.С.** Сучасний стан ринку і перспективи розвитку мінерально-сировинної бази германію в Україні / **Бурлуцький М.С.**, Курило М.М. // Мінеральні ресурси України.-№4.- 2012.-С.14-18.
3. **Бурлуцький М.С.** Закономірності розподілу концентрацій германію в залежності від якісних характеристик вугілля Лисичанського геолого-промислового району / **Бурлуцький М.С.** // Геолог України.-№3(39).-2012.-С.29-35.
4. Куш О.А. Причины возникновения и возможные механизмы образования мелкоамплитудных разрывов угольных пластов (на примере Лисичанского геолого-промышленного района Донбасса) / Куш О.А., Павлов И.О., **Бурлуцкий Н.С.** // Мінеральні ресурси України.-№4.- 2007.-С.42-46.
5. Куш О.А. Германий и перспективы его получения из углей Лисичанского геолого-промышленного района Донбасса / Куш О.А., **Бурлуцкий Н.С.** // Наукові праці ДонТУ. Серія «Гірничо-геологічна». Випуск 111.-2006.-С.209-214.
6. Павлов И.О. О генезисе поперечных разрывов главных синклиналей Донбасса / Павлов И.О., **Бурлуцкий Н.С.** // Наукові праці ДонТУ. Серія «Гірничо-геологічна». Випуск 96.-2005.- С.129-132.
7. Ємець В.С. Особливості морфології та генези окремих тектонічних елементів Донецько-Макіївського району / Ємець В.С., Павлов І.О., **Бурлуцький М.С.** // Геологія і геохімія горючих копалин.-№1.-2006.-С.36-46.
8. Куш О.А. Результаты структурно-тектонифизических исследований на шахте им. А.Ф.Засядько / Куш О.А., Павлов И.О., **Бурлуцкий Н.С.**, Ткаченко А.В. // Уголь Украины.-№11(623).-2008.-С.41-44.
9. Орлов А.В. Природные и техногенные залежи метана угольных месторождений Северо-Восточного Донбасса / Орлов А.В., **Бурлуцкий Н.С.** // Уголь Украины.-№3(567).-2004.-С.34-35.
10. **Бурлуцкий Н.С.** Особенности мелкоамплитудной тектоники Донецко-Макеевского района / **Бурлуцкий Н.С.**, Павлов И.О. // Уголь Украины.-№7(565).-2004.-С.43-45.
11. Павлов И.О. Сдвиги и сдвиговые зоны Донецко-Макеевского района / Павлов И.О., **Бурлуцкий Н.С.** // Уголь Украины.-№7(559).-2003.-С.37-38.
12. **Бурлуцький М.С.** Закономірності розподілу та перспективи освоєння германію у вугіллі Лисичанського геолого-промислового району / **Бурлуцький М.С.** // Уголь Украины.-№10(670).-2012.-С.35-39.
13. Павлов И.О. О некоторых особенностях экзокливажа / Павлов И.О., Корчемагин В.А., **Бурлуцкий Н.С.** // Уголь Украины.-№2(650).-2011.-С.40-42.

14. **Бурлуцький М.С.** Закономірності розподілу та перспективи освоєння германію в вугіллі Лисичанського геолого-промислового району / **Бурлуцький М.С.** // Матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми теоретичної і прикладної мінералогії, геології, металогенії гірничодобувних регіонів», 22-24 листопада 2012 р. м. Кривий Ріг.-Видавничий центр Криворізького національного університету.-2012.-с.106-108.

АНОТАЦІЯ

Бурлуцький М.С. Закономірності локалізації германієносних площ Донецького вугільного басейну та їх геолого-економічна оцінка (на прикладі Лисичанського геолого-промислового району). – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата геологічних наук за спеціальністю 04.00.19 – економічна геологія. – Київський національний університет імені Тараса Шевченка МОН України. – Київ, 2013.

Вивчено і досліджено сучасний стан сировинної і ресурсної бази германію із визначенням основних джерел отримання товарної продукції, а також позитивні та негативні тенденції на регіональних та внутрішніх ринках германію. Визначено перспективи розвитку вітчизняної мінерально-сировинної бази та динамічні показники кон'юнктури ринків мінеральної сировини.

Визначено головні геолого-промислові типи родовищ. Виконано співставлення генетичних і геолого-промислових типів германієвих і германієносних родовищ. Встановлено генетичні особливості формування і локалізації концентрацій германію у вугільних родовищах.

Виконано детальне вивчення геологічної будови і речовинного складу германієвмісного вугілля Лисичанського геолого-промислового району. Визначено просторові закономірності локалізації германію у вугільних пластах. Встановлено залежності концентрацій германію від якісних характеристик вугільних пластів за допомогою статистичного аналізу. Найбільш збагаченими металом виявляються найменш потужні пласти, а особливо їх прикровельні частини. Визначені закономірності розподілу германію в межах Лисичанського району враховані під час підрахунку запасів супутнього металу в вугіллі та виконання комплексної геолого-економічної оцінки вугільних родовищ району.

В роботі розроблено та апробовано комплекс методів підрахунку запасів германію у вугільних пластах з врахуванням визначених особливостей розподілу германію.

Ключові слова: германій у вугіллі, закономірності локалізації, комплексне освоєння, геолого-економічна оцінка.

АННОТАЦИЯ

Бурлуцкий Н.С. Закономерности локализации германиеносных площадей Донецкого угольного бассейна и их геолого-экономическая оценка (на примере Лисичанского геолого-промышленного района). - Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата геологических наук по специальности 04.00.19 - экономическая геология. - Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко МОН Украины. - Киев, 2013.

Проанализировано современное состояние сырьевой и ресурсной базы германия с определением основных источников получения товарной продукции, а также позитивные и негативные тенденции на региональных и внутренних рынках германия. Определены перспективы развития отечественной минерально-сырьевой базы и динамические показатели конъюнктуры рынков минерального сырья, которые необходимы для прогнозирования на будущие периоды.

Систематизированы данные по генетическим типам германиеносных месторождений и определены главные геолого-промышленные типы месторождений. Проведено сопоставление генетических и геолого-промышленных типов германиевых и германиеносных месторождений. Установлено генетические особенности формирования и локализации концентраций германия в угольных месторождениях.

Проведено детальное изучение геологического строения и вещественного состава германиеносных углей Лисичанского геолого-промышленного района с целью определения перспектив их комплексного освоения. Определены пространственные закономерности локализации германия в угольных пластах. Установлены зависимости концентраций германия от качественных характеристик угольных пластов с помощью статистического анализа.

Распределение германия по простиранию четко согласуется с изменением степени метаморфизма углей и фиксируется рост содержания металла с востока на запад и в северном направлении, то есть с уменьшением степени метаморфизма. Наиболее обогащенными металлом оказываются наименее мощные пласты, а особенно их прикровельные части. Названные закономерности распределения германия в пределах Лисичанского района учтены при подсчете запасов сопутствующего металла в угле и проведении комплексной геолого-экономической оценки угольных месторождений района.

В работе разработан и апробирован комплекс методов подсчета запасов германия в угольных пластах с учетом определенных особенностей распределения германия. При подсчете запасов германия в углях Лисичанского геолого-промышленного района рекомендуется использовать в качестве параметра кондиций показатель метропроцента. Это позволит включать в контур подсчета запасов наиболее обогащенные металлом участки.

Определены главные технико-экономические предпосылки извлечения сопутствующего германия из углей. Главными факторами целесообразности комплексного освоения углей и производства металла являются: наличие ос-

новых фондов по производству германиевой продукции, наличие квалифицированной рабочей силы специализированных предприятий, а также возможность экологизации добычи угля при использовании современных технологий извлечения и обогащения германия из углей.

Рассчитаны показатели экономической эффективности комплексной разработки угольных месторождений и извлечения германия в перспективных горных проектах. Наличие технологий извлечения и производственных фондов обеспечивают достаточные показатели периода окупаемости инвестиций и рентабельности производства (25-30% в зависимости от структуры товарной продукции при производственной мощности по выпуску германия 5 т/год).

Ключевые слова: германий в углях, закономерности локализации, комплексное освоение, геолого-экономическая оценка.

SUMMARY

Burlutsky M.S. Patterns of localization germanium areas of Donetsk coal basin and their geological and economic evaluation (for example Lysychansk geological and industrial area). - Manuscript.

Thesis for a Candidate Degree in Geological Sciences by speciality 04.00.19 – economic Geology. - Taras Shevchenko National University of Kyiv MES of Ukraine. - Kyiv, 2013.

The current state of reserve and resource base germanium is defined. Positive and negative trends in the regional and domestic germanium markets are characterized. The prospects of development of domestic mineral resource base are identified.

Main genetic types of germanium fields and industrial-type deposits are characterized. Genetic and geological-industrial types of germanium deposits are compared. Genetic characteristics of formation and germanium localization in coal deposits are identified.

A detailed studies of the geological structure and material composition germanium coal Lysychansk geological and industrial area are done. Spatial patterns of germanium localization in coal layers are determined. The dependences of the germanium concentrations and the quality of the coal layers are defined using statistical analysis. Distribution of germanium in spread is clearly consistent with the change in the degree of metamorphism of coal. The growth of metal content is fixed from east to west and north, that is, with a decrease in the degree of metamorphism. The most enriched metals are less thick layers.

The work developed and tested a complex of methods of estimating reserves of germanium in coal layers with regard to defined features of the distribution of germanium.

Keywords: germanium in coal, localization patterns, complex exploration, geological and economic evaluation.