

**Ірина БУЧИНСЬКА, Галина ЛАЗАР,
Любомир САВЧИНСЬКИЙ, Олена ШЕВЧУК**

Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України, Львів,
e-mail: igggk@mail.lviv.ua

УМОВИ УТВОРЕННЯ ВУГІЛЛЯ ПЛАСТА n_8 ЛЬВІВСЬКО-ВОЛИНСЬКОГО БАСЕЙНУ ЗА ГЕОХІМІЧНИМИ ДАНИМИ

Побудовано карти концентрацій елементів-домішок (Be, Cr, Ni, Pb) у вугіллі пласта n_8 Червоноградського геолого-промислового району Львівсько-Волинського басейну. Встановлено переважно сингенетичне, зрідка епігенетичне нагромадження цих елементів. Аналіз площинного поширення і геохімічних бар'єрів, що спричинили виникнення певних ділянок пласта з аномальними концентраціями, дозволив відтворити умови утворення палеоторфовища. Під час формування вугільного пласта n_8 у південно-східній частині території були озерно-болотні умови, що привели до формування гумусового та гумусо-сапропелевого вугілля. Вугілля пласта n_8 характеризується певними концентраціями цих елементів (Be – до 2 г/т, Cr – 10 г/т, Ni – 20 г/т) з поступовим збільшенням на південний захід. На картах чітко простежується смуга з північного сходу на південний захід з аномальними значеннями концентрацій, пов'язана з додатковим живленням за рахунок порід областей зносу і, можливо, з нерівностями дна торфовища. Східна частина території пласта n_8 складена переважно гумусовим вугіллям. Це область поширення болотних фацій, що підтверджується аналізом концентрацій Pb. Якщо вважати, що за незначних концентрацій свинець є лише сингенетичної генези, то торфовище, що існувало на сході території, було низинного походження.

Ключові слова: Львівсько-Волинський басейн, вугілля, вугільний пласт, геохімія, елементи-домішки, палеоторфовище.

Вступ. Торфоутворення є першим етапом вуглетворного процесу, на якому відбувається сингенетичне нагромадження елементів. На стадіях діагенезу і катагенезу йде перерозподіл елементів, їхнє часткове винесення за межі вугільного пласта та епігенетичне збагачення завдяки гідротермальній діяльності й епігенетичним концентраціям на відновних, сірководневих та сорбційних бар'єрах. Основним джерелом надходження мікроелементів у торфовище є породи області зносу. Інтенсивність процесів їхнього вивітрювання зумовлена в основному тривалістю континентальної перерви, кліматичними, гідрогеологічними умовами, хіміко-петрографічним складом порід, рельєфом місцевості зносу (Металлогенія..., 1988). Елементи переносяться повітряними та водними шляхами. Переважає міграція за рахунок поверхневих і підземних вод, яка здійснюється біогенними, механічними, хімічними та колоїдними способами.

Концентрація елементів в області седиментації може відбуватися як при седиментогенезі, так і епігенезі. За А. І. Перельманом виділяють вісім генетичних типів концентрацій елементів: механогенний, біогенний, сорбційний, відновлювальний, сірководневий, окислювальний, вуглекислий та термодинамічний. Кожен з них відповідає певним типам геохімічних бар'єрів (Перельман, 1968, 1972, 1979).

На ступінь концентрації елементів, їхній якісний стан і особливості розподілу в контурах торфовища впливають різні фактори, головними з яких є характер порід навколо торфовища, кліматичні умови регіону, від яких залежать процеси вивітрювання порід областей зносу, швидкість нагромадження біомаси та швидкість її розкладання, особливості водно-мінерального живлення торфовища, тектоніка району, ступінь перетворення теригенного матеріалу в процесах вивітрювання (Металлогенія..., 1988).

Мета та об'єм досліджень. Мета роботи – простежити розподіл елементів-домішок в окремому вугільному пласті для встановлення знаходження областей зносу та визначення типу живлення палеоторфовища. Об'єкт дослідження – вугільний пласт n_8 бужанської світи серпуховського ярусу нижнього карбону Львівсько-Волинського басейну (ЛВБ). При побудові карт були використані спектральні аналізи середньопластових проб вугілля пласта n_8 зі 140 свердловин Червоноградського геолого-промислового району ЛВБ, виконані в спеціалізованих лабораторіях Інституту геології і геохімії горючих копалин НАН України та Львівської геологічної експедиції у 80–90-х роках 20 ст.

Стан вивчення проблеми. Склад елементів-домішок вугілля Львівсько-Волинського басейну досить розмаїтий і сформувався як в період осадо-нагромадження, так і внаслідок вторинних процесів, які призвели до їхнього перерозподілу. Елементи-домішки вивчали з метою виявлення й оцінки корисних компонентів, потенційно придатних для супутнього вилучення при використанні вугілля та для встановлення токсичних елементів-домішок, які можуть бути небезпечними для навколишнього середовища під час видобування і перероблення (Бик, 1992).

У розподілі окремих елементів як у вугільних пластах, так і вугленосній товщі в цілому спостерігається деяка закономірність (Бик, 1991; Бик, Узіюк, 2000; Бик, Узіюк, 2002). Мінеральний склад і будова всього комплексу порід, що утворюють вугленосну товщу, характеризують специфічні умови їхнього утворення та нагромадження в просторі і часі. Наявність та зміна в розрізі утворень від типово морських глибоководних до континентальних болотних є закономірним явищем і свідчить про коливання дна басейну під час формування вугленосної товщі (Бик, Гаєвський, 1991; Характер..., 2005).

На основі хімічних і спектральних напівкількісних аналізів у вугіллі ЛВБ встановлено такі елементи: срібло, алюміній, миш'як, барій, берилій, кальцій, кобальт, хром, мідь, залізо, галій, германій, ітрій, лантан, магній, марганець, молібден, натрій, нікель, фосфор, свинець, скандій, кремній, олово, стронцій, титан, вольфрам, ванадій, цинк, цирконій (Угленосные..., 1983). У розподілі мікрокомпонентів-домішок у вугіллі відзначалося, що догори розрізом вугленосної формації в цілому дещо зростає концентрація хрому, кобальту, магнію, олова, натрію, ванадію та зменшується вміст германію.

Вважають, що зміни розподілу та концентрації деяких хімічних елементів у вугленосній товщі і вугільних пластах можна використовувати як кореляційні ознаки для зіставлення розрізів вугленосних порід та ідентифікації окремих вугільних пластів. Для нижнього карбону ЛВБ кореляційними елементами можуть бути: за частотою зустрічі – срібло; за вмістом – магній, натрій, олово, ванадій; за концентрацією – кобальт, хром, германій (Бартошинская и др., 1980).

Умови формування торфовища й утворення з нього вугільного пласта n_8 за результатами геологічних, палеоботанічних, палинологічних вуглехімічних комплексних досліджень детально описані в працях попередніх дослідників (Узіюк, Бик, 1999; Узіюк В. І., Узіюк Є. В., 2005).

Геохімічні дослідження вугілля пласта n_8 . Пласт n_8 найбільш поширений по площі, витриманий за потужністю і є одним з головних промислових пластів ЛВБ. У Червоноградському геолого-промисловому районі на Забузькому, Сокальському, Межиріченському родовищах він виявлений повсюдно, за винятком невеликих ділянок розмивів у південній частині Забузького родовища і в центральній Межиріченського (Федушак, Радченко, 1988).

Глибина залягання пласта n_8 дуже мінлива. У цілому він занурюється в напрямку осі Львівсько-Люблінської мульди. У межах Червоноградського геолого-промислового району пласт утворює синкліналь, дещо ускладнену зміною кутів падіння крил чи антиклінальними підняттями. Територія Забузького родовища розділена Дубровським і Забузьким скидами на три зони: північно-східну, центральну та південно-західну. Загалом пласт занурюється у західному напрямку, тобто в бік Забузького скиду. Трапляються також локальні підняття і депресії, а в центральній частині невеликі за площею розмиви. Загалом він утворює синклінальну складку з відносно спокійною, слабо розчленованою периклінальною частиною та крутими північно-східним і південно-західним крилами. Вісь синклінальної складки в межах Межиріченського родовища зміщена в північно-західному напрямку. Ця частина синкліналі ускладнена Жужелянським скидом. У межах Червоноградського геолого-промислового району абсолютні відмітки залягання пласта змінюються від –200 до –450 м.

Пласт n_8 – один з основних робочих пластів ЛВБ, товщина якого на досліджуваній ділянці коливається від 0,5 до 1,7 м. Його будова в межах басейну переважно складна двопачкова, на деяких ділянках у північно-західній частині – проста однопачкова. Він складається із гумусового і сапропелітового вугілля. Сапропеліти переважають на півдні території. Товщина сапропелітового вугілля тут 0,4–0,8 м, а на південному заході деколи досягає до 1 м (Кушнірук, Бартошинська, 1971). Сапропеліти залягають у верхній пачці пласта. Північно-східна частина Червоноградського геолого-промислового району представлена лише гумусовим вугіллям (Федушак, Радченко, 1988).

Ми побудували і проаналізували карти концентрацій хрому, берилію, нікелю та свинцю. Ці елементи були вибрані нами з певних причин. Вугілля утворюється внаслідок вуглефікації торфу під дією тиску, температури впродовж певного геологічного часу. Торф, у свою чергу, складається з рослин, хімічний склад золи яких залежить від складу ґрунтів, на яких вони виростили (Перельман, 1975). Обрані нами елементи за коефіцієнтом біологічного

поглинання належать до груп слабкого і дуже слабкого (Be і Cr) та середнього (Ni і Pb) захоплення. Отже, можна вважати, що на їхній розподіл по площі вугільного пласта максимально впливають геохімічні бар'єри, які визначаються зміною палеогеографічних умов.

Розріз вугільного пласта характеризується пошаровою зміною вмісту елементів-домішок у вугіллі. Усі петрографічні шари вугілля відрізняються один від одного вмістом мікроелементів (Металлогения..., 1988; Сапрыкин, Кулачкова, 1975). Приконтатні частини вугільного пласта з породами, що їх підстилають і перекривають, є контрастним геохімічним бар'єром та мають вищий від фонового вміст для ряду елементів. Ми розглядали елементи-домішки у вугіллі пласта без розподілу за петрографічними типами вугілля і незважаючи на наближення до підшови чи покрівлі. Можливо, такий підхід є дещо схематичним, але він дозволяє простежити напрямки зносу, що існували в палеоторфовищі, та встановити генетичний тип.

Одним з чинників, від яких залежить міграційна здатність малих елементів, є величина йонного радіуса. Хімічні елементи з малим іонним радіусом здатні в складі органічних кислот переміщатися на досить великі відстані. Для оцінки зв'язку концентрації мікроелементів з областями зносу в практиці геохімічного вивчення вугільних покладів запропоновано розділяти їх за величиною йонних радіусів (r) на три групи: $<0,5\text{Å}$ – Be, Ge, Cr; $0,5\text{--}0,87\text{Å}$ – Ca, Mo, Ni, Co, Pb, Zn, Sn, Cu; $>0,87\text{Å}$ – Zr, TR (Металлогения..., 1988). Отже, серед обраних для аналізу елементів Cr і Be належать до першої групи, Ni і Pb – відповідно до другої. Важливою є також досить значна кількість визначень (Be – 140, Cr – 140, Ni – 124, Pb – 135). Елементи третьої групи не представлені достатньою кількістю визначень.

Берилій (іонний радіус $0,34\text{Å}$ (Краткий..., 1974)) є токсичним компонентом, здатним забруднювати атмосферне повітря при спалюванні палива з його високим вмістом, а також утворювати підвищені концентрації, вищі від гранично допустимих у шахтних водах. При розвідці родовищ важливим є виявлення вугілля з високим вмістом Be, щоб обмежити його використання в народному господарстві. По латералі переважна більшість розрізу пласта n_8 Червоноградського геолого-промислового району складена вугіллям, концентрація Be у якому не перевищує 2 г/т. Тільки в південній частині вона збільшується до 4 г/т вугілля, досягаючи максимальних значень (до 6 г/т) на окремих ділянках (рис. 1).

Be є типоморфним елементом вугілля. Його концентрації мало відрізняються від кларкових, що вказує на сингенетичне походження. Часткове збільшення його концентрацій пов'язане з існуванням сорбційних бар'єрів (Металлогения..., 1987). Збільшення вмісту Be на півдні, на нашу думку, вказує на існування певних потоків південно-західного напрямку, які при формуванні вугілля пласта n_8 могли переносити Be як елемент з малим іонним радіусом на досить значні віддалі.

Хром (іонний радіус $0,55\text{Å}$ (Краткий..., 1974)) є помірно вуглефільним елементом. Загалом вивчення хрому у вугіллі здійснюється з метою: оцінки дії на навколишнє середовище токсичних сполук, які утворюються при спалюванні твердого палива; оцінки елемента як потенційно супутнього корисного компонента, придатного для вилучення з ванадієм та нікелем з вугілля



Рис. 1. Площинна зміна концентрації елементів-домішок (Be, Cr) у вугіллі пласта n_8 Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну (масштаб 1 : 100 000):
 1 – ізольовані концентрації елементів-домішок, г/т; 2 – ізольовані глибин залягання пласта, м; 3 – тектонічні порушення; 4 – державний кордон; 5 – розмиви вугільного пласта; 6 – свердловини і межі шахтних полів; 7 – границя поширення пласта n_8 ; 8 – шкала концентрації елементів-домішок, г/т.

з їхнім аномально високим вмістом; для геохімічних досліджень. Високий вміст Cr пов'язаний з регіонами розвитку ультраосновних й основних порід, що розвиваються в період вугленагромадження (Металлогенія..., 1987).

Вугілля пласта n_8 має концентрацію Cr від 5 до 92 г/т (див. рис. 1). Чітко спостерігаються дві ділянки підвищених значень вмісту елемента на сході і південному заході району досліджень. Хром слабо мігрує з органічними комплексами. Швидкість міграції збільшується в більш кислому середовищі, пов'язаному з утворенням торфу (Перельман, 1975). Уже зазначалося, що пласт n_8 у районі досліджень складений сапропелітом. Отже, ділянки з підвищеним вмістом Cr – це, імовірно, найбільш глибокі частини заболочуваних озер, у яких зменшувалася кислотність середовища, що й було певним геохімічним бар'єром для його нагромадження. Загалом напрямком збільшення концентрацій елемента по пласту – південно-західний. На фоні загального привнесення матеріалу з північного сходу існували ділянки, де нагромадження Cr було значним. Можна припустити, що вони пов'язані з нерівностями дна торфовища. Відкладення хрому як елемента-домішки у вугіллі пласта n_8 відбувалося при переважанні озерно-болотних фацій нагромадження вуглетворної маси.

Нікель (іонний радіус 1,24 Å (Краткий..., 1974)) є вуглефільним елементом. Його нагромадження у вугіллі могло відбуватися як син-, так і епігенетично. При спалюванні вугілля, значно збагаченого Ni, його токсичність може створювати певні екологічні проблеми (Металлогенія..., 1987). Вміст Ni у пласті n_8 коливається в значних межах – від 6 до 92 г/т вугілля, на деяких ділянках значно перевищує кларковий (рис. 2). Збільшення вмісту цього елемента спостерігається в північно-східній і південно-західній частинах пласта. Як і для елементів, описаних вище, основні зміни концентрації приурочені до лінії, що простягається з північного сходу на південний захід. Це основний напрямок потоків, що приносили матеріал з областей живлення в період утворення торфовища. Сингенетичне нагромадження, очевидно, визначалося присутністю по контуру басейну ультраосновних та основних порід з високим кларком Ni, іноді також з рудопроявами сульфідних руд Ni (Металлогенія..., 1987).

Ni є рухомих в окисному середовищі і глейових умовах (Перельман, 1975). Ділянки з максимальними значеннями вмісту елемента, імовірно, пов'язані зі збільшенням глибини палеоторфовища. Переважали озерно-болотні фації вугленагромадження, які привели до формування гумусово-сапропелевого вугілля пласта n_8 на півдні Червоноградського району ЛВБ.

Свинець (іонний радіус 2,48 Å (Краткий..., 1974)). Вивчення вмісту свинцю у вугіллі є важливим у зв'язку з тим, що він є потенційно токсичним компонентом, а також компонентом, придатним для супутнього вилучення з вугілля сумісно з Ge, U, Mo. Існує дві думки про знаходження свинцю у вугіллі. Одні дослідники вважають, що в речовині вугілля Pb пов'язаний лише з мінеральною частиною та відсутній в органічних компонентах (Металлогенія..., 1987). На думку інших, за низького вмісту елемента, близького до кларкового, важливу роль відіграє Pb органічний, який надалі під дією H_2S переходить у сульфід (Юдович и др., 1985). Деякі дослідники вважають, що свинець належить до елементів-домішок (Pb, Mo, V, Cu, Ti та низка інших),

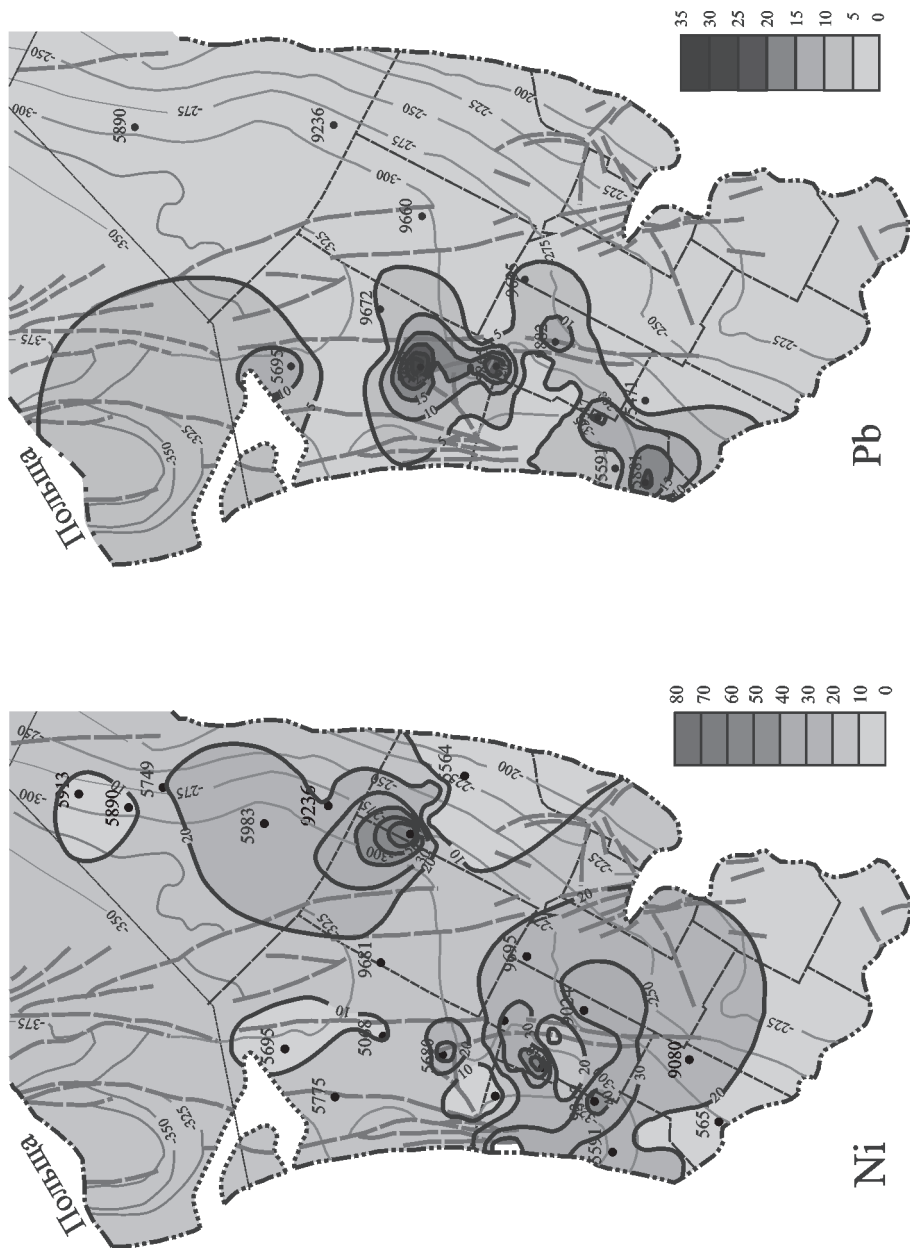


Рис. 2. Площина зміна концентрацій елементів-домішок (Ni, Pb) у вугіллі пласта n_8 Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну (масштаб 1 : 100 000).
Умовні позначення див. рис. 1.

зміна концентрації яких є досить хорошою ознакою різного генетичного типу сучасного, а отже, і палеоторфовища загалом. На їхню думку, максимальні концентрації цих елементів характеризують торфовища низинного типу, а мінімальні – верхового (Металлогения..., 1988).

Попередні дослідники зазначали, що в цілому для вугілля ЛВБ не характерний високий вміст Рb. Деякі вищі концентрації властиві лише вугіллю серпуховського ярусу. У Львівсько-Волинському басейні нагромадження Рb у вугіллі могло відбуватися внаслідок син-, а також епігенетичних процесів. На сингенетичне походження вказує пошарова зміна його концентрацій у розрізі пласта та різке зростання концентрації в зонах розмивів (Бик, Узіюк, 2002).

Переважає більшість вугілля пласта n_8 характеризується концентрацією Рb, не вищою ніж 5 г/т (див. рис. 2). Вугілля західної частини території поширення пласта n_8 має підвищений вміст в основному до 10 г/т і на незначних ділянках досягає максимальних значень 35 г/т. При аналізі побудованої нами карти видно, що високі значення концентрацій Рb на північному заході приурочені до зони розмиву пласта. Підвищені концентрації елемента на південному заході, імовірно, приурочені до ділянок поширення низинних торфовищ.

Висновки. Ми розглянули розподіл елементів-домішок (Be, Cr, Ni, Pb) по площі поширення вугільного пласта n_8 з метою реконструкції умов утворення покладу. Нагромадження цих елементів переважно сингенетичне, рідше епігенетичне. Аналіз площинного поширення та геохімічних бар'єрів, що спричинили виникнення певних ділянок пласта з аномальними концентраціями, дозволив відтворити умови утворення палеоторфовища. Під час формування вугільного пласта n_8 у південно-східній частині цієї території існували озерно-болотні умови, що призвели до формування гумусо-сапропелевого вугілля. Переважає більшість території поширення пласта n_8 складена вугіллям з певними значеннями концентрацій цих елементів (Be – до 2 г/т, Cr – 10 г/т, Ni – 20 г/т) із поступовим збільшенням на південний захід. Лише на певних ділянках спостерігаються підвищені концентрації елементів, що, на нашу думку, пов'язано з нерівностями дна торфовища і додатковим живленням за рахунок порід областей зносу. На картах чітко простежується смуга з північного сходу на південний захід з аномальними значеннями концентрацій. Очевидно, це і була область максимальної глибини дна торфовища, якою відбувалося привнесення додаткового матеріалу.

Східна частина території поширення пласта n_8 складена переважно гумусовим вугіллям. Це область поширення болотних фацій, що підтверджується аналізом концентрацій Рb. Якщо вважати, що за незначних концентрацій свинець є лише сингенетичного походження, то торфовище, що існувало на цій частині території, було низинного походження.

Бартошинская Е. С., Бик С. И., Казаков С. Б. Геохимическая характеристика углей нижнего карбона Львовско-Волинского бассейна // Геология и геохимия горючих ископаемых. – 1980. – № 54. – С. 84–93.

Бик С. И. Розподіл елементів-домішок у вугіллі Львівсько-Волинського басейну // Доп. АН України. – 1991. – № 12. – С. 71–74.

Бик С. І., Гаєвський В. Г. Про зв'язок геохімічних особливостей середньокам'яновугільних відкладів Львівсько-Волинського басейну з умовами їх накопичення // Доп. АН УРСР. – 1991. – № 1. – С. 105–107.

Бик С. І., Узіюк В. І. Розподіл мікрокомпонентів у вертикальному розрізі вугільних пластів Львівсько-Волинського басейну // Геологія і геохімія горючих копалин. – 2000. – № 3. – С. 63–70.

Бик С. І., Узіюк В. І. Розподіл свинцю у вугіллі Львівсько-Волинського басейну і продуктах його переробки // Там само. – 2002. – № 4. – С. 62–70.

Бик С. І. О токсичности углей Львовско-Волынского бассейна // Уголь Украины. – 1992. – № 2. – С. 41–43.

Краткий справочник по химии / под ред. О. Д. Куриленко. – Киев : Наук. думка, 1974. – 991 с.

Кушнірук В. О., Бартошинська С. С. Сапропеліти Львівсько-Волинського басейну. – Киев : Наук. думка, 1971. – 106 с.

Металлогения и геохимия угленосных и сланцесодержащих толщ СССР. Геохимия элементов / В. Р. Клер, Г. А. Волкова, Е. М. Гурвич и др. – М. : Наука, 1987. – 238 с.

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. : Недра, 1988. – 300 с.

Перельман А. И. Геохимия эпигенетических процессов. – М. : Недра, 1968. – 331 с.

Перельман А. И. Геохимия элементов в зоне гипергенеза. – М. : Недра, 1972. – 287 с.

Перельман А. И. Геохимия ландшафта. – М. : Высш. шк., 1975. – 341 с.

Перельман А. И. Геохимия. – М. : Высш. шк., 1979. – 423 с.

Сапрыкин Ф. Я., Кулачкова А. Ф. Роль природных органических веществ в процессах миграции и концентрации микрокомпонентов // Проблемы геохимии. – Л. : ВСЕГЕИ, 1975. – Т. 241. – С. 77–89.

Угленосные формации карбона юго-западной окраины Восточно-Европейской платформы / Е. С. Бартошинская, С. И. Бик, А. А. Муромцева и др. – Киев : Наук. думка, 1983. – 169 с.

Узіюк В. І., Бик С. І. Досвід застосування геохімічних даних для виявлення умов формування вугілля на торф'яній стадії // Сб. науч. тр. НГА Украины. – Днепропетровск, 1999. – № 6. – Т. 1. – С. 114–117.

Узіюк В. І., Узіюк С. В. Умови формування, кореляція і синоніміка вугільного пласта n_8 Львівсько-Волинського басейну // Геологія і геохімія горючих копалин. – 2005. – № 1. – С. 36–49.

Узіюк В., Шайнога І., Сокоренко С. Вихідні вуглетворні рослини, склад, якість і метаногенераційний потенціал вугілля пласта n_8 Тягівського і Любельського родовищ Львівсько-Волинського басейну // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. Геол. – 2009. – Вип. 23. – С. 141–154.

Федуцак М. Ю., Радченко Л. М. Качественные показатели углей продуктивных пластов карбона Львовско-Волынского каменноугольного бассейна. – Киев : Наук. думка, 1988. – 152 с.

Характер нагромадження рідкісних і розсіяних елементів у вугленосних відкладах Львівсько-Волинського басейну / С. І. Бик, С. С. Бартошинська, О. М. Шевчук і ін. // Геологія і геохімія горючих копалин. – 2005. – № 3–4. – С. 85–94.

Юдович Я. Э., Кетрис М. П., Мерц А. В. Элементы-примеси в ископаемых углях. – Л. : Наука, 1985. – 239 с.

Стаття надійшла
06.03.13

**Iryna BUCHYNSKA, Halyna LAZAR,
Lyubomyr SAVCHYNSKIY, Olena SHEVCHUK**

**FORMATION CONDITIONS OF COAL SEAM n_8
OF THE LVIV-VOLYN BASIN
BASED ON GEOCHEMICAL DATA**

We have compiled maps of the concentrations of elements-impurities (Be, Cr, Ni, Pb) of coal seam n_8 . Accumulation of these elements is mainly syngenetic, less epigenetic. An analysis of planar distribution and geochemical barriers that caused the emergence of certain areas of the reservoir with abnormal concentrations allowed us to reconstruct the conditions of paleopeat formation. During the formation of the coal seam n_8 in the south-eastern part of the given territory were lacustrine-boggy conditions that have led to the formation of humus-sapropel coal. The vast majority of the territory of the distribution of the seam n_8 is composed of coal with certain values of the concentrations of these elements (Be – up to 2 g/t; Cr – 10 g/t; Ni – 20 g/t) with a gradual increase to the south-west. Only in certain areas are found increased concentrations of elements that, in our opinion, is connected with irregularities of the peat bottom and additional supplying at the expense of rocks from the areas of removal. The maps clearly show the belt of anomalous values of concentrations from north-east to south-west. This obviously was the region of maximum depth of the peat bog bottom which through the influx of additional material occurred.

The eastern part of the distribution of the seam n_8 mainly consists of humus coal. This is an area of spreading marsh facies, that is confirmed by analysis of concentrations of Pb. If we assume that at low concentrations lead is only of syngenetic origin, then the peat bog existed in this part of the area was of lowland origin.