

<https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2025.2.328356>
УДК (553.96:552)(477)

Закономірності поширення петрографічних типів бурого вугілля та змін характеристик вугленосності Дніпровського басейну

А.В. Іванова*, Л.Б. Зайцева, В.Б. Гаврильцев

Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна

Distribution Regularities of Petrographic Types of Brown Coal and Changes in the Characteristics of the Coal Bearing Capacity in the Dnieper Basin

A.V. Ivanova*, L.B. Zaitseva, V.B. Gavryltsev

Institute of Geological Sciences of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

E-mail: ariadna.v.ivanova@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0002-4234-2282>;
l.b.zaitseva@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0002-2572-3139>;
gavryltsev@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0002-4234-2282>

*Corresponding author /
Автор для кореспонденції:
A.V. Ivanova, ariadna.v.ivanova@gmail.com

Received / Надійшла до редакції:
29.01.2025

Received in revised form /
Надійшла у ревізованій формі:
29.04.2025

Accepted / Прийнята:
10.06.2025

Keywords: geotectonics, peat
accumulation, petrographic types of
coal, cyclicity, bitumen, wax.

Ключові слова: геотектоніка, торфона-
копичення, петрографічні типи вугіл-
ля, циклічність, бітум, віск.

The article presents the results of a study on the coal of Paleogene coal-bearing formation in several deposits of the Dnieper Brown Coal Basin. It is shown that the formation occurred during the middle Eocene, when the Ukrainian shield lowered and the sea transgressed into erosion-tectonic paleovalleys from the Dnieper-Donets depression. The study was aimed at identifying the spatial distribution regularities and changes in the petrographic composition of coal, as well as parameters related to the coal-bearing capacity of the basin, which has both theoretical and practical significance. The geotectonic regime of the basin being confined to the Ukrainian Shield determined the paleogeographic conditions of sedimentation and peat accumulation, the speed of submergence of the swampy territory and the plant material accumulation, the degree of watering and flowage of peatlands, the cyclic distribution of petrographic types of coal, and their spatial distribution. For the first time, the distribution of gelite and lipoid-gelite types of coal in the bottom of the layers of most deposits was recorded. It was found that in the overlying part of the seams the coal types change from lipoid-enriched (in the Buzko-Rosynskyi and western parts of the Ingulskyi megablocks) to those depleted in these components (in the Dnieper and eastern part of the Ingulskyi megablocks). For the first time, gelitolite-lipoidolite (liptobiolith) type layers were distinguished in the Basin, in which types of coal with a content of lipoid components of more than 25% prevail. It is shown that the increased bituminosity of the studied coal and the high content of wax in the bitumen are the result of the conditions of decomposition of plant material of peatlands under the influence of sea water.

© Видавець Інститут геологічних наук НАН України, 2025. Стаття опублікована за умовами відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

© Publisher Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine, 2025. This is an Open Access article under the CC BY-NC-ND license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Ц и т у в а н н я : Іванова А.В., Зайцева Л.Б., Гаврильцев В.Б. Закономірності поширення петрографічних типів бурого вугілля та змін характеристик вугленосності Дніпровського басейну. *Геологічний журнал*. 2025. № 2 (391). С. 56–70. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2025.2.328356>

C i t a t i o n : Ivanova A.V., Zaitseva L.B., Gavryltsev V.B. 2025. Distribution Regularities of Petrographic Types of Brown Coal and Changes in the Characteristics of the Coal Bearing Capacity in the Dnieper Basin. *Geologičnij žurnal*, 2 (391): 56–70. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2025.2.328356>

Вступ

Визначення закономірностей просторового поширення та змін петрографічного складу вугілля Дніпровського буровугільного басейну (Дніпробасу) має як теоретичне, так і прикладне значення. Важливість вивчення геологічної будови, геотектонічного режиму й історії розвитку басейну визначається тим, що вони впливають на особливості умов формування вихідного матеріалу вугілля та його перетворення, а також на склад і властивості вугілля, що, в свою чергу, зумовлює перспективи його використання у промисловості.

Вугілля басейну на даний час практично не використовується. Зазначимо, що запаси вугілля, які є сировинною базою виробництва буровугільного воску – цінного продукту для багатьох галузей промисловості, досягають 279 млн т. Найбільш раціональним і перспективним може бути комплексне використання енергетичного та хімічного потенціалу вугілля з переробкою його у водовугільне паливо, буровугільний віск, гумінові кислоти, сорбційні матеріали (Белов и др., 2009; Мінеральні..., 2021).

Висвітленню геологічної будови Дніпробасу, умов формування, вугленості, петрографічного складу й якості вугілля та його генезису присвячені роботи багатьох дослідників, серед яких І.Є. Слензак, П.Г. Нестеренко, В.Т. Сябряй, В.М. Нагірний, М.О. Ігнатченко, Л.Б. Зайцева, А.Я. Радзівілл, С.А. Гурідов, М.О. Самарін, С.В. Металіді, Р.М. Оксенчук та ін.

Незважаючи на високий ступінь вивченості басейну, не вирішені питання про роль палеотектонічних і палеогеографічних умов у формуванні речовинно-петрографічного складу та петрографічних типів вугілля.

Метою цього дослідження є порівняльний аналіз петрографічного складу вугілля та реконструкція умов осадо- та торфонакопичення ряду родовищ Дніпробасу для з'ясування закономірностей просторового поширення вугілля певного петрографічного складу та деяких параметрів вугленості в залежності від геотектонічного режиму.

Для дослідження використано зразки бурого вугілля, відібрані у вугільних пластах з 23 свердловин і кількох розрізів ряду родовищ Ватутінського, Олександрійського та Верхньодніпровського районів. Макроскопічний опис керна дозволив підрозділити вугілля на групи за кольором і щільністю. В результаті мікроскопічного

вивчення у прохідному та поляризованому світлі понад 300 двосторонньополірованих шліфів були виділені основні петрографічні типи вугілля.

Об'єкт дослідження

Дніпробас розташований в межах Українського щита (УЩ), кристалічний фундамент якого формувався протягом раннього докембрію (рис. 1). Він складається зі структурних елементів першого порядку – мегаблоків, що «відрізняються своєю геологічною будовою, мінерагенією та структурно-речовинною (геотектонічною) еволюцією, відокремлені в сучасній структурі зонами розломів і характеризуються автономним розвитком по відношенню до сусідніх мегаблоків на всіх, або принаймні деяких, етапах ранньодокембрійської історії» (Кирилюк, 2004, с. 12), а на думку О.О. Гойжевського (Гойжевский, 1982), – на всіх етапах історії регіону. У формуванні рельєфу фундаменту УЩ та його схилів провідну роль відіграли тектонічні, головним чином блокові, рухи. Кімерійські й альпійські рухи зумовили структурно-фаціальні характеристики та палеогеографічну обстановку Дніпробасу. За даними (Радзівілл и др., 1987), протягом неогену (до кінця раннього еоцену) щит виступав як позитивна структура, гіпсометричний рівень якої був вищим по відношенню до пов'язаних з ним тектонічних елементів, зокрема Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ). Періодично територія щита частково перекривалася морем. До розломів, що виникли і розвивалися із пізнього протерозою в консолідованому твердому фундаменті щита (Гойжевский, 1982; Старостенко и др., 2011; Гинтов, 2012), а за даними (Кирилюк, Шевченко, 2023), – з раннього протерозою, приурочені річкові палеодолини. Вони формувалися здебільшого в юрі та були успадковані крейдяними та палеогеновими палеодолинами. Диференційовані рухи блоків, що розвивалися на фоні значних епейрогенічних рухів, відіграли основну роль у формуванні річкових долин та їх розмірів, морфології русла, типу поздовжніх профілів і заплав, характеру та густоти ерозійного розчленування. При зменшенні відносних перевищень блоків дедалі більшу роль відігравала бічна ерозія, що вела до розширення ерозійно-тектонічних палеодолин. Крім того, на особливості розподілу осадового чохла, його гіпсометрію та характер річкової палеомережі вплинули перекося щита й одностороннє (шарнірне) занурення та підняття його схилів (Гойжевский, 1982).

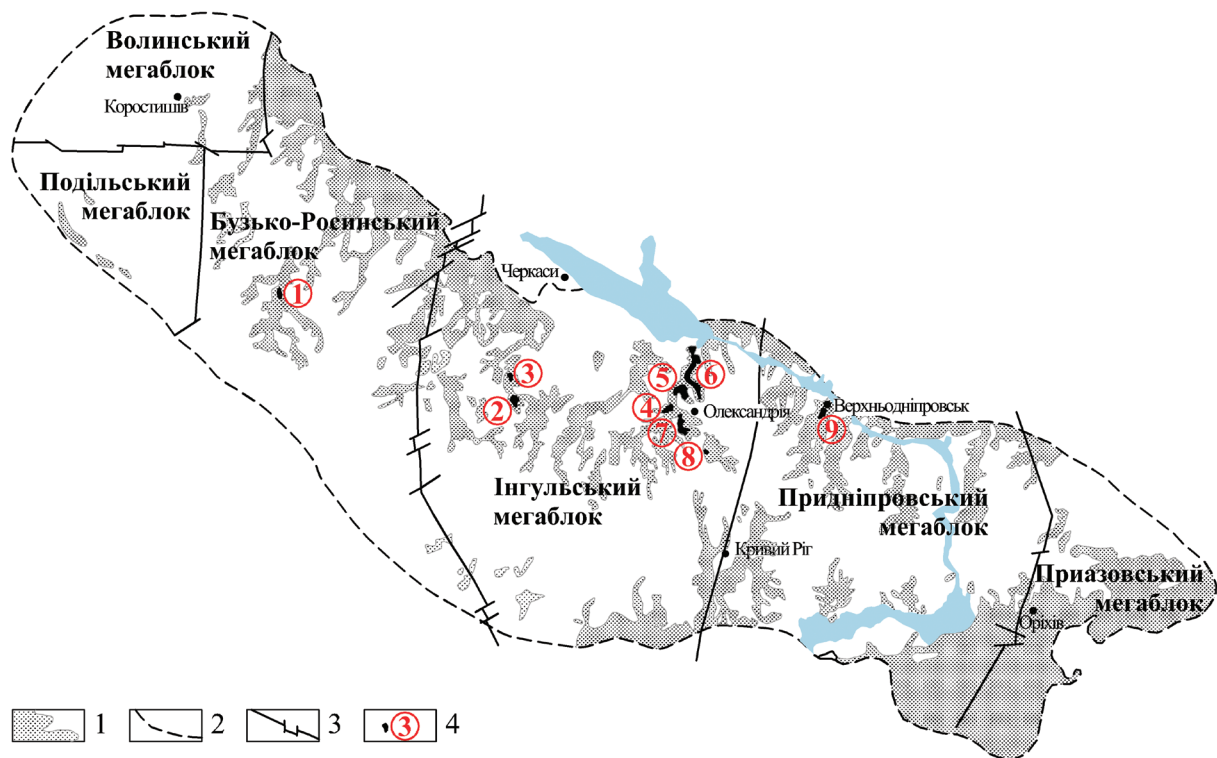


Рис. 1. Карта області досліджень (Радзивилл і др., 1987; Кирилюк, Шевченко, 2023): 1 – вугленосні відклади бучацької світи, 2 – границі Дніпробасу, 3 – глибинні розломи, 4 – досліджені авторами родовища: Оратівське (1), Новомиргородське (2), Златопільське (3), Морозівське (4), Бандурівське (5), Миронівське (6), Семенівсько-Олександрійське (7), Балахівське (8), Верхньодніпровське (9)

Fig. 1. Map of the study area (Radzivil et al., 1987; Kyrylyuk, Shevchenko, 2023): 1 – coal-bearing deposits of the Buchak suite; 2 – boundaries of the Dnieper Brown Coal Basin; 3 – deep faults; 4 – deposits studied by the authors: Orativske (1), Novomyrhorodske (2), Zlatopilske (3), Morozivske (4), Bandurivske (5), Myronivske (6), Semenivsko-Oleksandriyske (7), Balakhivske (8) and Verkhniodniprovske (9)

Умови формування палеогенових відкладів та їх вугленосність

Приуроченість Дніпробасу до УЩ зумовила особливості формування осадового комплексу, представлено обмежено поширеними відкладами мезозою (від середньоюрських до крейди) та практично повсюдно розвиненими утвореннями кайнозою. Осадкові відклади залягають на кристалічних породах докембрію та продуктах їх вивітрювання. Кайнозойська група представлена на території басейну відкладами палеогенової, неогенової та четвертинної систем. Палеоген включає палеоценову, еоценову й олігоценову епохи.

На палеоценовому етапі завершилося формування структурно-геоморфологічних неоднорідностей доеоценової поверхні Дніпробасу. Наприкінці пізнього палеоцену трансгресія моря на територію УЩ спостерігалась з боку Причорноморської западини.

Нижній еоцен представлений на щиті морськими мілководними осадами канівської світи (Радзивилл і др., 1987; Зосимович і др., 2015; Maslun et al., 2015). В межах досліджених нами родовищ відклади канівської світи відсутні.

В бучацький час на території ДДЗ зберігались мілководні морські умови, а на УЩ продовжувалась інгресія морського басейну по палеодолинах (Устиновський, 1990). Низхідні рухи щита викликали ослаблення ерозійних процесів і розвиток процесів акумулятивних з накопиченням річкового алювію. З опусканням поверхні щита та підпруження морськими водами гирлових частин долин відбувалось їх заболочення та перетворення русел і заплав на торфовища та заростаючі озера. Саме з піщано-глинистими відкладами бучацької світи, що виповнюють палеодолини та депресії, пов'язана промислова вугленосність родовищ. Подальше поступове опускання щита та інгресія моря призвели до перекриття вугільних пластів осадовими породами (Нагірний, 1977; Гойжевський, 1982; Радзивилл і др., 1987).

Утворення бучацької світи дуже поширені на території басейну (див. рис. 1) і представлені піщано-глинистими вуглистими осадами з одним-трьома пластами та лінзами бурого вугілля. Розміщення буровугільних покладів та їх розміри визначалися глибиною і шириною палеодолин, зумовлених, у свою чергу, характером тектонічних рухів.

Торфонакопичення в палеодолинах відбувалося на великих заболочених ділянках і нерідко поширювалося не тільки на заплаву, а також і на надзаплавні тераси та пологі схили долин, де розвивалися дрібні заростаючі озера. Торфонакопиченню передувало формування у палеоцені–ранньому еоцені каолінітової кори вивітрювання. Як правило, вугленосна товща бучаку загальною потужністю до 30–58 м залягає безпосередньо на первинних каолінах кори вивітрювання, перекривається породами київської світи. Спостерігається закономірне омолодження перекриваючих вугленосні утворення порід у напрямку від ДДЗ до осевих частин щита (Радзивилл и др., 1987).

У київський час у ДДЗ морська трансгресія досягала максимуму (Устиновский, 1990). Море, що наступало з північного сходу на щит, зумовило накопичення піщано-глинистих відкладів потужністю до 50 м, які перекривають вугленосну товщу в межах північної частини щита (Зосимович и др., 2015; Maslun et al., 2015). Висота водорозділових просторів у вигляді півостровів і мисів не перевищувала кількох десятків метрів.

У пізньому еоцені (обухівський час) у залитих морем долинах відкладалися кварцові глауконітові піски та піщані глауконітові глини загальною потужністю до 20 м.

Відклади олігоцену представлені морськими осадами, а саме глауконітовими некарбонатними глинистими пісками з прошарками глин і пісковиків межигірської світи потужністю до 15 м. Світа широко розвинена на території басейну та перекриває вугленосні відклади бучаку на південь від смуги розвитку порід київської світи (Радзивилл и др., 1987).

Відклади берецького моря, що відступало, розвинені обмежено. Вони відсутні в межах вивчених нами родовищ.

В умовах обмілілого міоценового моря формувалися піщано-глинисті вугленосні відклади новопетрівської світи потужністю до 25 м, які мають острівне поширення (Радзивилл и др., 1987).

Внаслідок неогенових тектонічних рухів (Нагірний, 1977) та встановлення континентального режиму відклади новопетрівської світи перекриті континентальними глинистими пісками та піщанистими глинами верхнього міоцену потужністю до 45 м, пліоцену та нерозчленованого пліоцену–нижнього квартеру потужністю 15–47 м. Відклади пізньочетвертинного віку, прорізані давніми та сучасними

річковими долинами та балками, представлені алювіальними пісками та суглинками потужністю до 54 м (Гойжевский, 1982; Радзивилл и др., 1987).

Авторами статті вивчалися родовища Ватутінського, Олександрійського та Верхньодніпровського геолого-промислових районів, що знаходяться в межах Бузько-Росинського, Інгульського та Придніпровського мегаблоків, на північний схід від лінії бучацького вододілу (осьової частини УЩ).

Бузько-Росинський мегаблок. Межі мегаблоку визначаються на сході Первомайсько-Трахтемирівським розломом, на заході – Брусилівським, Звездаль-Заліським і Немирівським розломами, на півночі і півдні вони збігаються з границями УЩ. Характер розташування стратометаморфічних комплексів свідчить про загальний нахил мегаблоку у північно-східному напрямку. Складчаста структура поверхів ускладнена численними розривними порушеннями (Кирилюк, 2007; Кирилюк, Шевченко, 2023). Фундамент ступінчасто спускається на схід від 210 до 150 м. Переважна висота блоків сягає 160–180 м. Глибина ерозійного розчленування фундаменту становить 50–60 м, глибина палеодолин – 30–40 м (Гойжевский, 1982).

За даними (Радзивилл и др., 1987), у родовищах, що знаходяться в межах цього мегаблоку, простежується від одного до трьох пластів вугілля, які залягають на глибині 26–90 м. Потужність пластів у залежності від положення в розрізі змінюється від 0,2 до 9,2 м, у середньому складаючи для різних родовищ 2,8–4,3 м. У межах Бузько-Росинського мегаблоку досліджувалося Оратівське родовище Ватутінського геолого-промислового району.

Інгульський мегаблок займає центральну частину УЩ. На сході мегаблок межує по зоні Криворізько-Кременчуцького розлому з Придніпровським мегаблоком, на заході його межа з Бузько-Росинським мегаблоком проходить по Первомайсько-Трахтемирівському розлому. Складчаста структура поверхів ускладнена численними розривними порушеннями (Кирилюк, Шевченко, 2023). Висоти поверхні фундаменту досить витримані – 140–150 м. Глибина ерозійного розчленування становить 50–70 м, глибина палеодолин – 30–40 м (Гойжевский, 1982).

У родовищах, що знаходяться в межах названого мегаблоку, простежується від одного до трьох пластів вугілля, які залягають на глибині від кількох до 50–120 м. Потужність пластів змінюється від часток метра до 10–18 м, складаючи в середньому

для різних родовищ 2,0–5,7 м (Радзивилл и др., 1987). У межах Інгульського мегаблоку досліджувалися Златопільське та Новомиргородське вугільні родовища Ватутінського геолого-промислового району та Миронівське, Бандурівське, Морозівське, Семенівсько-Олександрійське, Балахівське родовища Олександрійського геолого-промислового району.

Придніпровський мегаблок обмежений на заході Криворізько-Кременчуцьким, а на сході Оріхово-Павлоградським субмеридіональними глибинними розломами. Як і в інших мегаблоках УЩ, складчаста структура поверхів ускладнена численними розривними порушеннями (Кирилюк, Шевченко, 2023). Висоти фундаменту найчастіше становлять 100–120 м. Відмінною рисою мегаблоку є чергування вузьких дрібних меридіонально орієнтованих блоків різної висоти (130–140 і 80–100 м). Глибина ерозійного розчленування фундаменту сягає 60–100 м, глибина палеодолин – 40–60 м. Значні в межах мегаблоку глибини ерозійного розчленування свідчать про більш високе його положення відносно Бузько-Росинського й Інгульського мегаблоків (Гойжевський, 1982).

За даними (Радзивилл и др., 1987), у родовищах, що знаходяться в межах цього мегаблоку, простежується лише один пласт вугілля, який залягає на глибині від 11 до 150 м. Потужність пластів у залежності від положення в розрізі змінюється від 1 до 27 м, у середньому складаючи для різних родовищ 3,5–9,0 м. У межах Придніпровського мегаблоку досліджувалося Верхньодніпровське родовище.

На території Дніпробасу виділяється завершений палеогеновий цикл осадоного накопичення, який є поліфаціальним утворенням. Початок літоциклу варто відносити до другої половини раннього палеоцену, тому що у низах вугленосної товщі УЩ трапляються залишки відкладів раннього еоцену та навіть палеоцену (Гойжевський, 1982). Оскільки кінець палеоцену відрізнявся інтенсивними висхідними епейрогенічними рухами, зворотними рухами схилів і різко диференційованими блоковими рухами, а до пізнього олігоцену море повністю залишило територію УЩ та його схилів, розріз палеогенового літоциклу осадоного накопичення в межах вивчених родовищ є редукованим. Відсутні відклади палеоцену, канівської, буцацької (низів) і берецької світ. Як зазначалося вище, вугленосна товща залягає, як правило, безпосередньо на каоліновій корі вивітрювання, а перекривається найчастіше морськими утвореннями київської світи.

В межах Бузько-Росинського й Інгульського мегаблоків у родовищах розвинені один–три пласти бурого вугілля, що вказує на нестабільність характеру тектонічних рухів і відповідно процесів осадоного накопичення. В родовищах Придніпровського мегаблоку спостерігається лише один пласт більшої потужності, що свідчить про більш стабільну тектонічну обстановку цього мегаблоку в період формування вугленосних відкладів.

Єдиного погляду на умови формування буцацьких вугленосних відкладів немає. Деякі дослідники вважають їх континентальними утвореннями – В.Т. Сябряй (1959), М.О. Самарін (Радзивилл и др., 1987) та ін. У роботах (Слензак, 1946; Крашенинников, 1957; Кизильштейн, 1975; Игнатченко, Зайцева, 1981) висловлено припущення про утворення буцацьких відкладів у прибережно-морській обстановці.

Речовинно-петрографічний склад вугілля

За сукупністю зовнішніх ознак у вугіллі родовищ виділено три групи, які детально були охарактеризовані раніше (Игнатченко, Зайцева, 1981; Ivanova et al., 2021).

I. Група темно-коричневого вугілля, слабо- і середньоущільненого. Це вугілля в кількості до 47–50 % розвинуте на Златопільському, Миронівському родовищах та на 69 % складає розріз Верболюзівського кар'єру.

II. Група коричневого вугілля, в основному середньоущільненого. Коричневе вугілля має широке розповсюдження. На Златопільському, Миронівському, Бандурівському, Морозівському (Морозівський кар'єр) родовищах його вміст сягає 44–53 %, на Морозівсько-Світлопільській ділянці та Балахівському родовищі – 64–73 %.

III. Група світло-коричневого вугілля, в основному щільного. Вугілля цієї групи поширене спорадично. Найчастіше цей тип трапляється на Балахівському, Морозівському, Верхньодніпровському, Оратівському родовищах, складаючи 31–41 %.

Згідно з класифікаціями органічних мікрокомпонентів бурого вугілля (Петрографические..., 1975; ISO 7404-3..., 2009), мікроскопічними дослідженнями встановлено групи гумініту, інертиніту, ліптиніту.

Група гумініту (Ht). Мікрокомпоненти групи гумініту (від 25–30 до 90–100 %) постійно присутні в усіх типах вугілля у вигляді атриніту та структурних фрагментів продуктів гуміфікації тканин покритонасінних і хвойних рослин.

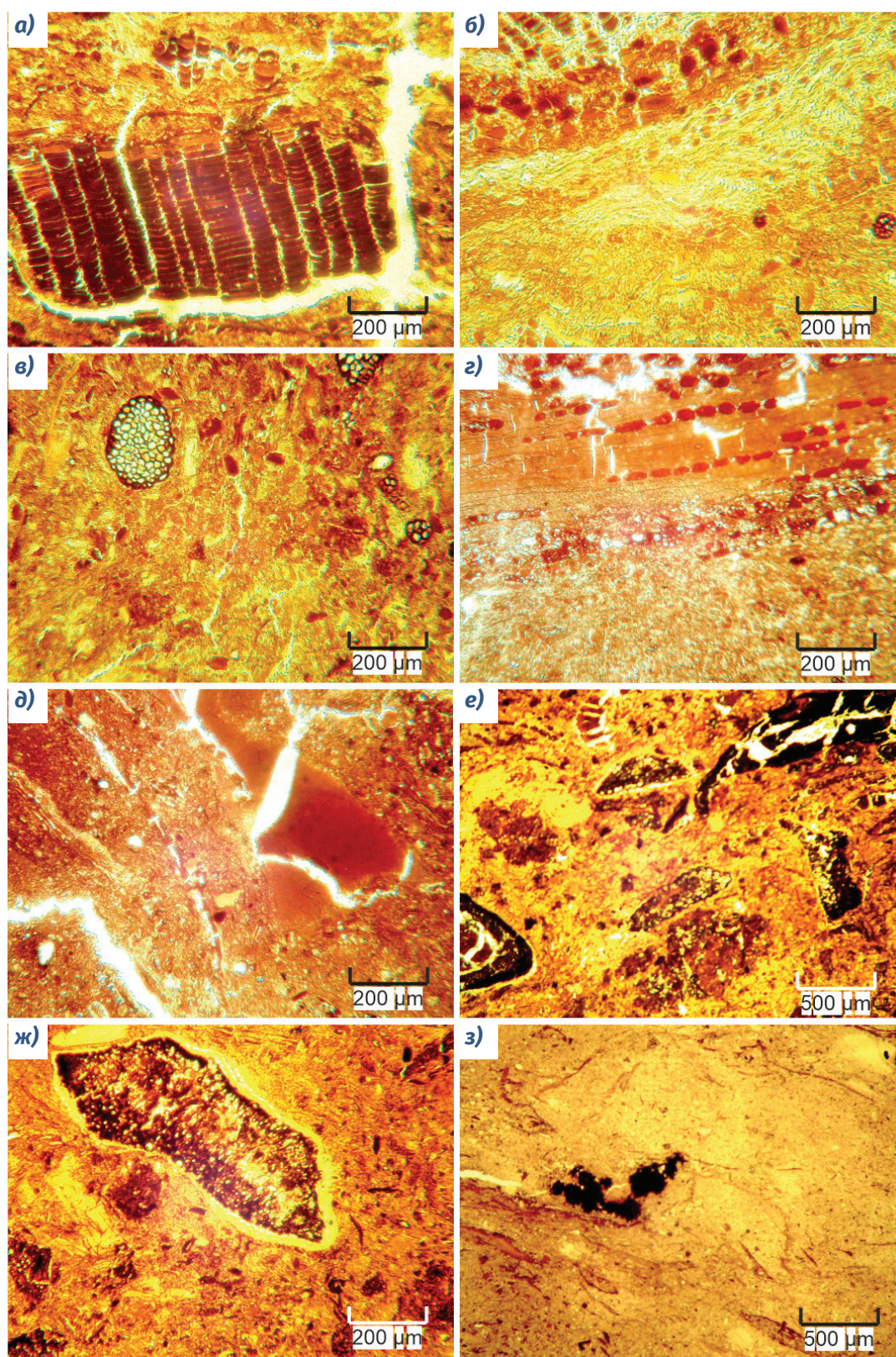


Рис. 2. Мікрофотографії мікрокомпонентів і петрографічних типів бурого вугілля Дніпробасу (у прохідному світлі). Миронівське родовище, Костянтинівська ділянка: а – α - β -фелініт, св. 43264; б – фрагмент α , β -суберініту та β -ксилініту (св. 43279); в – орто-склеротиніт у ліпоїдо-геліті (св. 43278). Світлопільська шахта, 8-й штрек: г – поздовжній зріз провідної тканини β -структури, фелініто-ксило-атрит у фрагментарно-атритовому ліпоїдо-геліті. Верболюзівська шахта, 20-а лава: д – доплериніт, лігно-ксило-атрит. Оратівське родовище: е – фузиніто-атрит у ліпоїдо-геліті (св. 853); ж – семіфузенізований α -паренхіт, кутиніт у ліпоїдо-геліті (св. 853); з – скоплення піриту у ліпоїдо-геліті (св. 857)

Fig. 2. Microphotographs of microcomponents and petrographic types of brown coal from the Dnieper Brown Coal Basin (in transmitted light). Myronivske deposit, Kostiantynivska section: а – α - β -fellinginit (well 43264); б – fragment of α , β -suberinite and β -xylinit (well 43279); в – ortho-sclerotinite in lipid-gelite (well 43278). Svitlopilska mine, 8th drift: г – longitudinal section of the conductive fabric of the β -structure, fellinite-xylo-atritus in fragmentary-atritus lipid-gelite. Verbolozivska mine, 20th long wall: д – dopplerinite, ligno-xylo-atritus. Orativske deposit: е – fusinite-atritus in lipid-gelite (well 853); ж – semifusainized α -parenchite, cutinite in lipid-gelite (well 853); з – accumulation of pyrite in lipid-gelite (well 857)

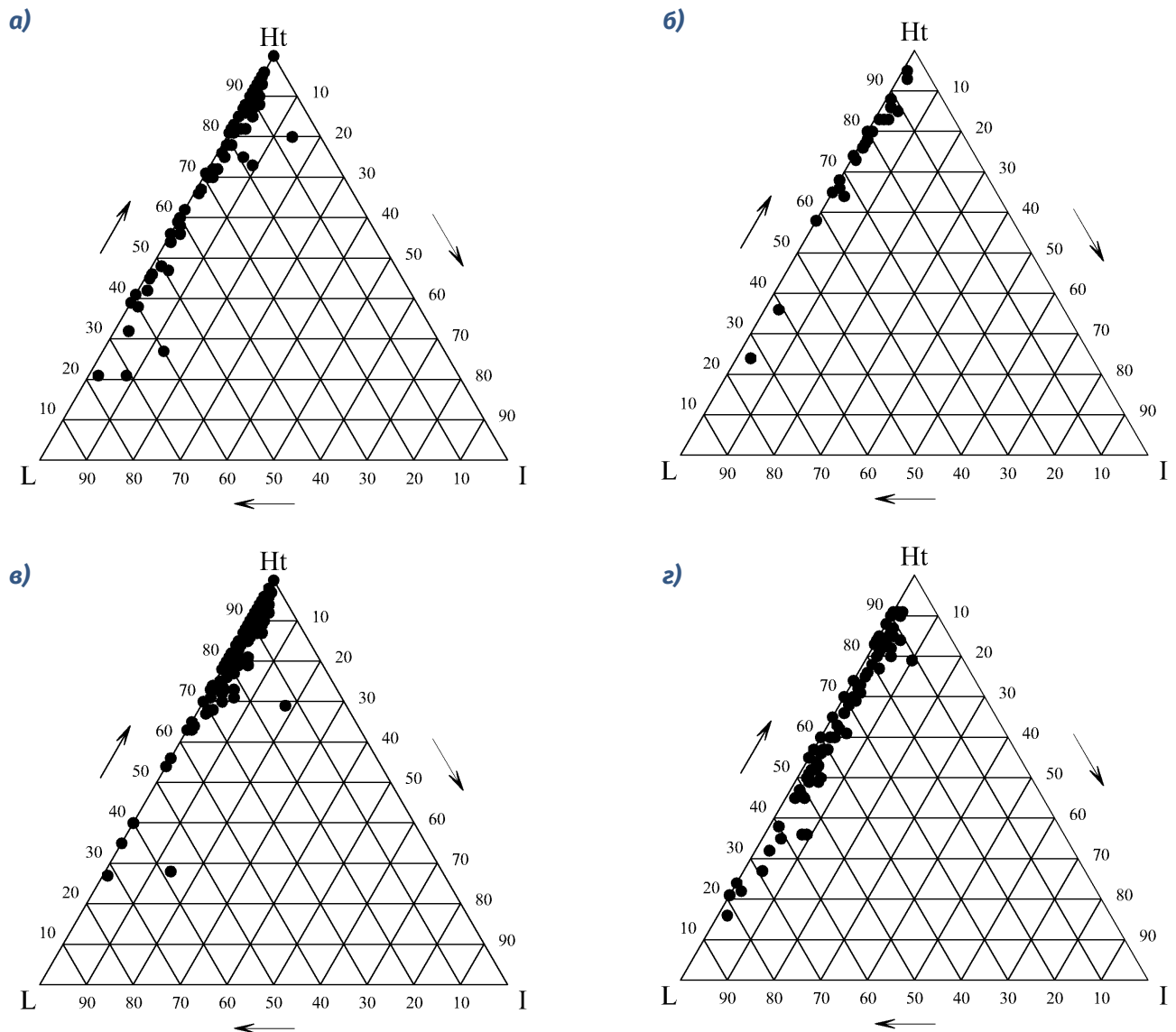


Рис. 3. Мікрокомпонентний склад вугілля (групи гумініту (Ht), інертиніту (I), ліптиніту (L)) родовищ: а – Бузько-Росинський мегаблок (Оратівське); б – західна частина Ігульського мегаблоку (Новомиргородське, Златопільське); в – східна частина Ігульського мегаблоку (Бандурівське); г – Придніпровський мегаблок (Верхньодніпровське)

Fig. 3. Microcomponent composition of coal (huminites (Ht), inertinites (I) and liptinites (L) groups) by deposits: а – Buzko-Rosynskiy megablock (Orativske); б – western part of Ingul'skiy megablock (Novomyrhorodske, Zlatopilske); в – eastern part of Ingul'skiy megablock (Bandurivske); г – Prydniprovskiy megablock (Verkhniyodniprovskoe)

Мікрокомпоненти характеризуються червоним, коричнево-червоним, світло-жовтим і світло-коричневим забарвленням. Середні значення вмісту компонентів групи гумініту по блоках складають (%): Бузько-Росинський – 74; Ігульський – 73–90; Придніпровський – 67.

Група ліптиніту (L) (від 2–3 до 71 %) представлена різноманітними формами елементів світло-жовтого, жовтого кольору: резиніт, мікроекзиніт, структурний субериніт, тонкий кутиніт, а також атриніто-субериніт. Своєрідним мікрокомпонентом групи ліптиніту є збагачена ліпідами безструктурна речовина жовтого кольору, що у роботі (Игнатченко, Зайцева, 1981)

названа бітумініто-десмітом. Його кількість у деяких типах вугілля досягає 45–70 % органічної речовини. Компоненти цієї групи особливо широко представлені в гелітитовому та геліто-ліпідотитовому вугіллі. Термін «бітумініт» для мацералів групи ліптиніту був запропонований в 1975 р. і нерідко асоціюється з ліпідотетринітом або «аморфним бітумом» сапропелевого вугілля (Штах и др., 1978). Середні значення вмісту ліптиніту по блоках складають (%): Бузько-Росинський – 25; Ігульський – 9–29; Придніпровський – 31.

Група інертиніту (I). Вміст групи інертиніту у вугіллі становить від 0 до 2–3 %. Компоненти

групи представлені семіфюзенізованими та фюзенізованими тканинами, які є продуктами слабкої гуміфікації та подальшого окиснення рослинного матеріалу, а також склеротинітом. Аномальні кількості інертиніту (до 14–18 %) спостерігаються в окремих зразках вугілля на Оратівському і Бандурівському родовищах та Верболозівській шахті Семенівсько-Олександрійського родовища. На думку авторів, це явище можна пов'язати з пожежами.

На рис. 2 наведено мікрофотографії мікрокомпонентів і петрографічних типів бурого вугілля Дніпробасу.

На діаграмах (рис. 3) представлено розподіл мікрокомпонентів вугілля груп гумініту, ліптиніту й інертиніту, який свідчить про домінуючий вміст у вугіллі мікрокомпонентів групи гумініту та незначну кількість компонентів групи інертиніту.

Мінеральні складові. До неорганічних компонентів відносяться окремі зерна мінералів, їх скупчення у вигляді дрібних лінзочок, конкреції або псевдоморфози по рослинних рештках. У кількісному відношенні у вугіллі переважають кварцові різно окатані зерна, їх лінзовидні скупчення, глинистий матеріал, пластиночки слюди, поодинокі включення піриту, прояви піритизації рослинних тканин, каолініт.

За кількісним співвідношенням груп мікрокомпонентів, відповідно до речовинно-петрографічної класифікації (Петрографические..., 1975), вивчене вугілля віднесене до таких типів: геліти, ліпоїдо-геліти, ліпоїдо-гелітиту, геліто-ліпоїдотити, геліто-ліпоїдити (рис. 4).

Геліти (Ht – 85–96 %; L – 2–10 %; I – 2–5 %). У вугіллі переважає ксило-, паренхо-, фелініто-атриніт, частка структурних тканин рідко перевищує 25 %. Для вугілля характерні атрито-детритова та фрагментарно-атритова структури. Основними мінеральними компонентами вугілля є кварц, глинисто-алевритовий матеріал, пірит. За макроскопічною характеристикою геліти відносяться в основному до I та частково II груп вугілля.

Ліпоїдо-геліти (Ht – 76–89 %; L – 11–25 %; I – 1–5 %). Переважають компоненти групи гумініту у вигляді змішаного атрито-детриту з поодинокими фрагментами структурних тканин. Склад мінеральних компонентів близький до складу в гелітах. За сукупністю зовнішніх ознак ліпоїдо-геліти відносяться головним чином до II групи.

Ліпоїдо-гелітиту (Ht – 52–72 %; L – 26–48 %; I – 1–3 %). Мікроструктуру вугілля визначає наявність різноманітного за вихідним матеріалом атрито-детриту, а також безструктурного бітумініто-десміту. Мінеральні компоненти представлені глинисто-алевритовим матеріалом, дрібними зернами кварцу, піритом. За макроскопічною характеристикою ліпоїдо-гелітиту здебільшого відповідають III групі, частково II.

Геліто-ліпоїдотити (Ht – 24–48 %; L – 51–75 %; I – 1–4 %). Компоненти групи гумініту представлені здебільшого ксило-, паренхо-, фелініто-атритом (24–40 %) та поодинокими включеннями структурних тканин. Доплериніт (1–8 %) частіше виповнює порожнини. Підвищений вміст у вугіллі ліпоїдних компонентів пов'язаний із значною кількістю бітумініто-десміту (до 65 %). Мікрокомпоненти групи інертиніту представлені головним чином нігро-склеротинітом. Мінеральні компоненти – глинисто-алевритовий матеріал, дрібні зерна кварцу, пірит, каолініт. Мікроструктура вугілля атрито-десмітова. За зовнішніми ознаками геліто-ліпоїдотити відносяться до III групи.

Геліто-ліпоїдити (Ht – 7–22 %; L > 75 %; I – 1–2 %). Ліптиніт в основному представлений бітумініто-десмітом (до 82 %), а також субериніто-атринітом (10–15 %). Мікрокомпоненти групи гумініту спостерігаються у вигляді ксило-, фелініто-детриту та доплериніту. До групи інертиніту відносяться дрібний семіфюзиніто-атриніт і склеротиніт. Мінеральні компоненти складені кварцом, глинистим матеріалом, каолінітом, зрідка піритом. Мікроструктура вугілля десмітова. За зовнішніми ознаками вугілля відноситься до III групи.

Розрізи вугільних пластів родовищ Дніпробасу представлені в основному гелітами та ліпоїдо-гелітами, що становлять від 50 % вугільних розрізів на Верхньодніпровському родовищі до 100 % на Миронівському родовищі та Світлопільській шахті Морозівського родовища (див. таблицю).

За вивченими зразками в підшві пластів усіх родовищ переважно фіксуються гелітовий та ліпоїдо-гелітовий типи вугілля. Лише в деяких свердловинах Оратівського, Бандурівського та Верхньодніпровського родовищ у підшві зафіксовані геліто-ліпоїдотитовий та геліто-ліпоїдитовий типи вугілля. Це може бути пов'язане з виносом проточними водами гумусової складової торфу, який залягає на алювіальних відкладах підвугільного горизонту.

В припокрівельній частині пластів родовищ, що розташовані в межах Бузько-Росинського мегаблоку (Оратівське) та західної частини Інгільського мегаблоку (Новомиргородське, Златопільське), частіше фіксуються ліпоїдо-гелітовий, геліто-ліпоїдотитовий та геліто-ліпоїдитовий типи вугілля ($L > 25\%$). У припокрівельній частині пластів родовищ у східній частині

Інгільського мегаблоку (родовища Олександрійського геолого-промислового району) та в межах Придніпровського мегаблоку (Верхньодніпровське родовище) спостерігаються в основному геліти та ліпоїдо-геліти ($L < 25\%$). Це можна пояснити динамікою водного середовища, пов'язаної з відмінностями у тектонічному режимі розвитку щита, зокрема підвищенням

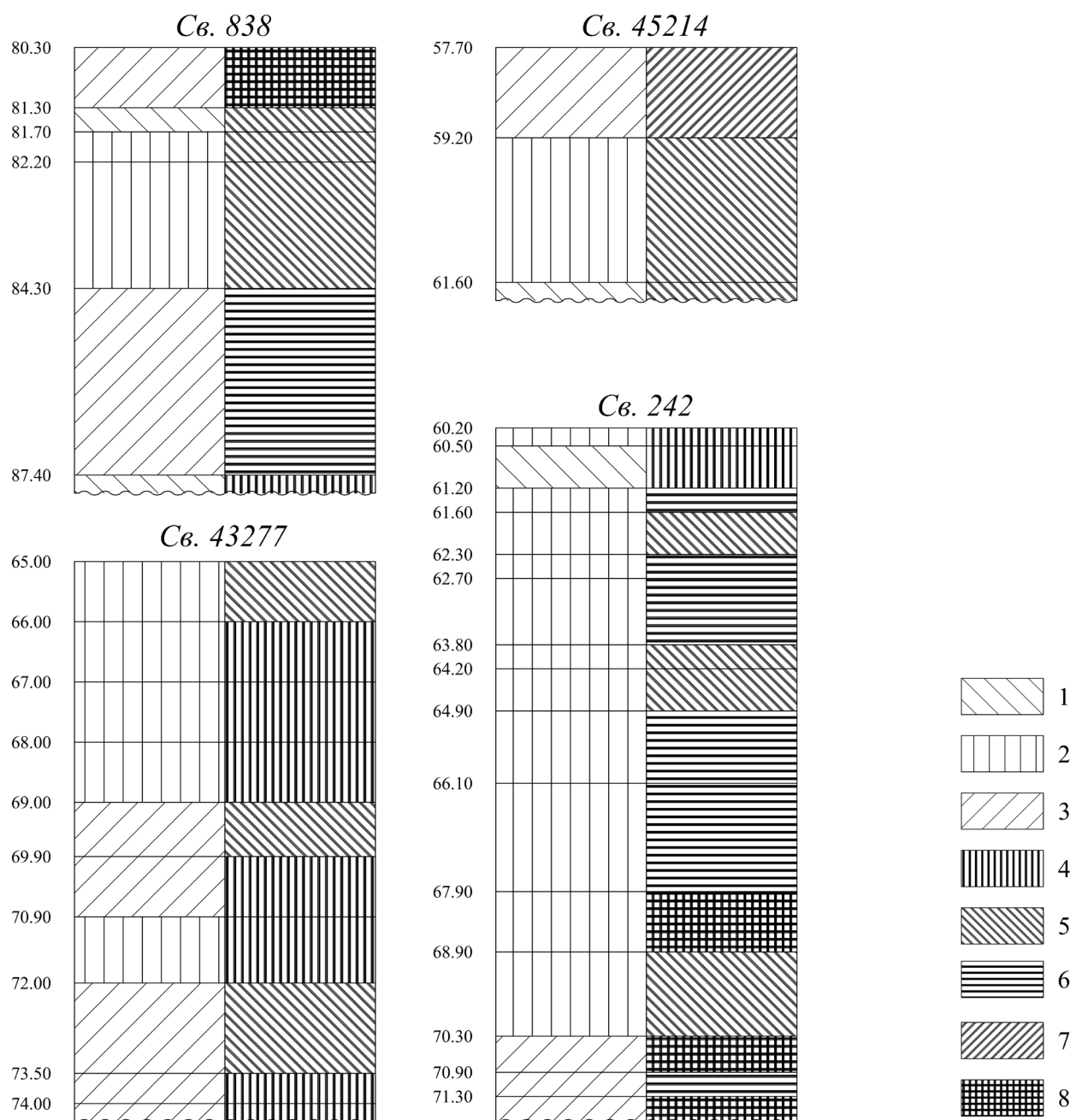


Рис. 4. Розрізи свердловин із групами та петрографічними типами вугілля по родовищах: Бузько-Росинський мегаблок (Оратівське, св. 838); західна частина Інгільського мегаблоку (Новомиргородське, св. 45214); східна частина Інгільського мегаблоку (Миронівське, св. 43277); Придніпровський мегаблок (Верхньодніпровське, св. 242). 1 – група темно-коричневого вугілля; 2 – група коричневого вугілля; 3 – група світло-коричневого вугілля; 4 – геліти; 5 – ліпоїдо-геліти; 6 – ліпоїдо-гелітати; 7 – геліто-ліпоїдотити; 8 – геліто-ліпоїдити

Fig. 4. Well sections showing coal groups and petrographic types by deposit: Buzko-Rosynskiy megablock (Orativske, well 838); western part of Ingulskiy megablock (Novomyrhorodske, well 45214); eastern part of Ingulskiy megablock (Mironivske, well 43277); Prydniprovskiy megablock (Verkhniydniprovskoe, well 242). 1 – dark brown coal group; 2 – brown coal group; 3 – pale brown coal group; 4 – gelites; 5 – lipoid-gelites; 6 – lipoid-gelinites; 7 – gelite-lipoidotites; 8 – gelite-lipoidites

Таблиця. Поширення петрографічних типів вугілля по тектонічних блоках Дніпробасу (%)**Table.** Distribution of petrographic coal types across the tectonic blocks of the Dnieper Brown Coal Basin (%)

Родовище, шахта, розріз	Типи вугілля та мікроструктура						
	Геліт	Ліпоїдо-геліт	Ліпоїдо-гелітит	Геліто-ліпоїдотит	Геліто-ліпоїдит	Фрагментарно-атритова	Атритова
Бузько-Росинський мегаблок							
Оратівське	33	30	22	15	–	30	70
Інгульський мегаблок							
Новомиргородське	10	45	40	5	–	10	90
Златопільське	9	83	–	8	–	17	83
Балахівський	22	50	14	14	–	50	50
Морозівський	6	63	31	–	–	19	81
Світлопільська	27	73	–	–	–	18	82
Верболозівський	27	52	21	–	–	52	48
Бандурівський	32	28	28	12	–	12	88
Миронівське	64	36	–	–	–	40	60
Придніпровський мегаблок							
Верхньодніпровське	15	35	33	15	2	–	100

гіпсометричного рівня поверхні блоків щита зі сходу на захід у зв'язку з його нахилом, що спостерігався, за (Гойжевський, 1982), у середньому еоцені. Можливо, в результаті висхідних, більш інтенсивних на заході, диференційованих рухів блоків інтенсифікувався гідрогеологічний режим, що призвело до ілювіації, тобто виносу з верхньої частини торфовища в нижні шари розчинених гумінових речовин і відповідно збагаченням його стійкими до розкладання ліпоїдними компонентами.

Згідно із запропонованою І.Б. Волковою (Волкова, 2006) типізацією пластів, за речовинно-петрографічним складом вугільні пласти басейну відносяться до гелітолітового типу, з переважанням вугілля класу гелітолітів і мацералів групи гумініту, а також до гелітоліто-ліпоїдолітового типу за наявністю типів вугілля із вмістом ліпоїдних компонентів понад 25 %. Вміст ліпоїдолітів до 25–30 % надає пластам певних петрографічних і хімічних особливостей. Такі пласти спостерігаються у розрізах Оратівського, Новомиргородського, Балахівського, Бандурівського та Верхньодніпровського родовищ. На таких родовищах доцільно запроваджувати селективну технологію видобування вугілля.

При встановленні незмінності ботанічного складу рослинності, що утворювала вугілля Дніпробасу (Агулов, 1962), присутність у розрізі пласта різних петрографічних типів пов'язана

з циклічним розподілом рослинного матеріалу, за Л.М. Ботвінкіною та В.П. Алексєєвим (Ботвінкіна, Алексєєв, 1991), – торфоциклічності. Торфоциклічність визначається зміною умов торфонакопичення, що проявляється в різних співвідношеннях розподілу торфоутворюючих рослин в окремих прошарках, в різномірності їх залишків і неоднаковому ступені збереження рослинного матеріалу.

Циклічний розподіл петрографічних типів вугілля, що пов'язаний насамперед із різними умовами накопичення та розкладання органічного матеріалу, зумовлений характером геотектонічного режиму. Саме геотектонічний режим визначає палеогеографічні обстановки осадо- та торфонакопичення, швидкості занурення заболоченої території та накопичення рослинного матеріалу, ступінь обводнення та проточності торфовищ, що, у свою чергу, зумовлювало масштаби діяльності мікроорганізмів.

Якість вугілля

Показники якості вугілля свідчать, що воно є в основному середньозольним (10–20 %), сірчистим і високосірчистим (2,5–6,7 %). Вихід летких (55–70 %), вміст вуглецю (61–72 %) та водню (5–6,5 %) відповідають бурому вугіллю стадії вуглефікації Б₁. Дослідженнями якісних характеристик різних петрографічних типів вугілля встановлено, що більш висока вологість, зольність та сірчистість

характерні для ліпоїдо-гелітів. Найбільш високі значення виходу летких відзначені для геліто-ліпоїдитів, які характеризуються максимальним вмістом ліптинітових компонентів.

Вугілля вивчених родовищ характеризується виходом бітумів від 1 до 23 % при середніх значеннях 5,4–8,3 % і вмістом воску в бітумах до 67–83 % (Радзивилл и др., 1987; Минерально-сырьевая..., 1999). При дослідженнях, проведених в Інституті геологічних наук АН України (Игнатченко, Зайцева, 1981), було встановлено, що вміст бітумів у вугіллі зростає від гелітів (вміст ліптиніту 2–10 %) до геліто-ліпоїдитів (кількість ліптиніту перевищує 75 %). Як зазначають ці автори, загальний вихід бітумів пов'язаний не лише із сумарною кількістю мікрокомпонентів групи ліптиніту, але і з їх різноманітністю, кількісними співвідношеннями та хімічними особливостями. Крім того, на думку М.О. Ігнатченка, у гуміфікованій речовині вугілля бітум знаходиться у диспергованому стані та не може бути виявлений петрографічними методами.

Тенденція зростання виходу бітумів зі збільшенням у розрізах збагаченого ліптинітом вугілля підтверджується при зіставленні вмісту бітуму, за даними (Радзивилл и др., 1987; Минерально-сырьевая..., 1999), з вмістом ліптиніту та відносною кількістю типів вугілля з вмістом ліптиніту ≥ 25 %. Коефіцієнт кореляції вмісту бітуму з вказаними показниками за середніми даними становить 0,8.

Зола вугілля, за даними аналізів по Верхньодніпровському родовищу, має кремнеземисто-карбонатний склад, на формування якого мали вплив морські води (Ivanova et al., 2021).

Обговорення результатів, генезис вугілля

Максимальне потепління, що оцінюється у 3 °С, відбулося на межі палеоцену й еоцену. В еоцені центральні райони України знаходилися в зоні вологого субтропічного клімату із середньорічними температурами 18–20 °С (Заклинская, 1963; Егоров, 1997; Климат..., 2004). Потепління супроводжувалося еволюцією покритонасінних і вимиранням давньої спорової рослинності та покритонасінних, які продукували пилок *Normapolles*.

Основними рослинами-торфоутворювачами Дніпробасу були деревні (90–95 %), переважно покритонасінні (до 85–95 %), в тому числі рослини, що вміщують віск, а також субтропічні форми голонасінних. Трав'янисті та водні рослини відігравали незначну роль (Сябряй, 1958; Агулов, 1962; Климат..., 2004).

У вихідному матеріалі бурого вугілля були задіяні стеблові та корові тканини, залишки листя, корінців, оболонки мікроспор і пилку, кутикула. Важливі процеси перетворення органічної речовини (дезінтеграція, гуміфікація, бітумінізація) відбувалися переважно на початковій стадії зміни рослинного матеріалу в торфогенному шарі. Деінтеграції рослинного матеріалу, що відбувалася в результаті фізичного та хімічного вивітрювання, сприяла діяльність бактерій і грибків класу Базидіоміцетів. Під впливом аеробних мікроорганізмів одночасно з дезінтеграцією спостерігалася біохімічна гуміфікація. У процесі біохімічної гуміфікації, за даними Н.Б. Серової (Серова, 1987), в присутності у водах торфовища основних оксидів, насамперед оксиду кальцію, джерелом яких могла бути морська вода, створювалися особливо сприятливі умови для збагачення органічної речовини бітумами. Варто зазначити, що І.Є. Слензак (Слензак, 1946) відзначав підвищену бітумінозність у вугіллі, приуроченого саме до прибережно-морської рівнини («супраліторальної зони»), що була розташована вздовж берегової лінії буцацького басейну і вдавалася у межі кристалічного масиву в областях тектонічних депресій. На думку дослідників (Игнатченко, Зайцева, 1981), бітумініто-десміт, один з основних носіїв підвищеної бітумінозності, є продуктом максимального остуднення суберинових тканин або продуктом бітумінізації лігніно-целюлозних тканин у біохімічну стадію. Процеси початкової геліфікації, що відбуваються в анаеробних умовах нижче торфогенного шару, обмежувалися відносно слабким набуханням рослинних тканин і появою доплериніту. Процеси фюзенізації відігравали другорядну роль. Накопичення мікрокомпонентів групи ліптиніту, з якими пов'язується бітумінозність вугілля, можна пояснити процесами елювіації й ілювіації, які постійно задіяні у ході торфонакопичення (Игнатченко, Зайцева, 1981; Узиюк, 1994).

Для оцінки палеосередовища торфоутворення за мікрокомпонентним складом вугілля методом Дісселя (Diessel, 1986, 1992) були використані індекси збереження рослинних тканин (TRI) та геліфікації (GI). При розрахунку індексів відбраковувались зразки з вмістом інертиніту, що сягає 4 % і більше, оскільки інертиніт пожежного походження не може бути індикатором палеогеографічних умов торфонакопичення. Індекс збереження рослинних тканин визначається як співвідношення вмісту структурних тканин до безструктурних. Індекс геліфікації відображає

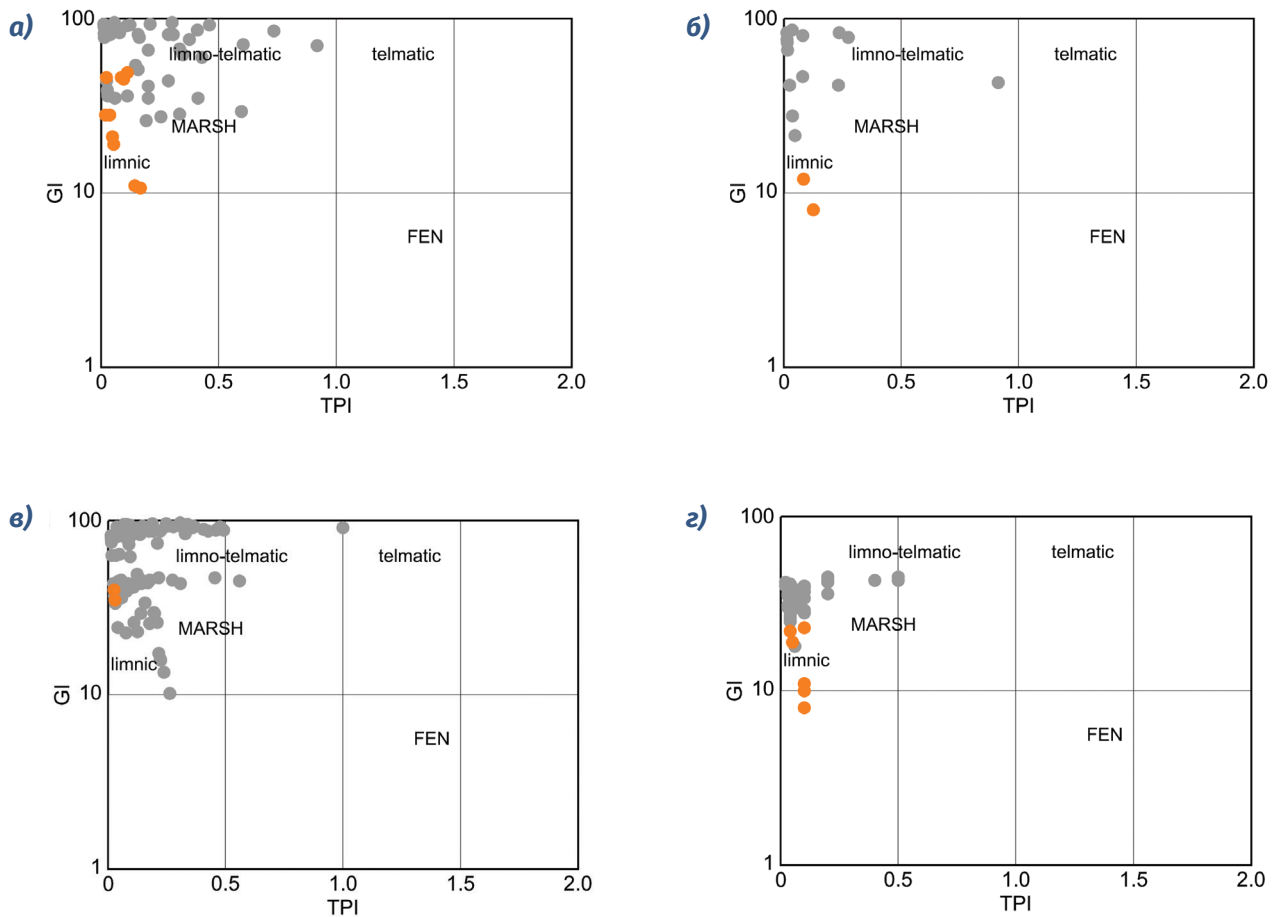


Рис. 5. Діаграма реконструкції умов торфонакопичення родовищ: а – Бузько-Росинський мегаблок (Оратівське); б – західна частина Інгульського мегаблоку (Новомиргородське, Златопільське); в – східна частина Інгульського мегаблоку (Миронівське); з – Придніпровський мегаблок (Верхньодніпровське). Помаранчевим кольором показано вугілля з вмістом мікрокомпонентів групи ліптиніту понад 50 %

Fig. 5. Diagram showing the reconstruction of peat accumulation conditions by deposits: а – Buzko-Rosynskyi megablock (Orativske); б – western part of Ingulskyi megablock (Novomyrhorodske, Zlatopilske); в – eastern part of Ingulskyi megablock (Myronivske); з – Prydniprovskyi megablock (Verkhniodniprovsk). The orange color indicates coal containing more than 50% microcomponents of the lipinite group

умови вологості торфовища та визначається співвідношенням кількості геліфікованих тканин до фюзенізованих (рис. 5).

Діаграми свідчать, що торфонакопичення відбувалося в зоні озерно-болотної прибережної низинної рівнини в умовах високого обводнення та ерозійно-тектонічних палеодолин при помітному впливі морської обстановки або в заростаючих озерах (у залежності від положення торфовища в палеодолині).

При зниженні в торфовищі рівня ґрунтових вод шар торфу внаслідок процесів елювіації й ілювіації збагачувався стійкими ліпоїдними компонентами. На діаграмах показано, що типи вугілля з вмістом ліптинітових компонентів понад 50 % зміщуються в більш маловодні умови.

Резюмуючи викладене вище, можна констатувати, що більшість торфовищ формувалося в умовах прибережної низовини та в річкових

палеодолинах під впливом морської обстановки, що підтверджується досить високою сірчистістю вугілля. Це призвело до специфічних умов розкладання та диференціації рослинного матеріалу і забезпечило підвищену бітумінозність вивченого вугілля. Високий вміст у бітумах воску можна пояснити також присутністю у вихідному матеріалі значної кількості рослин, що вміщують віск.

Висновки

Формування палеогенової буровугільної формації Дніпробасу (на стадіях седиментогенезу та постседиментаційних перетворень) та її склад визначалися геотектонічним режимом регіонального (епейрогенічні рухи) та локального (диференційовані рухи окремих блоків) характеру, який зумовив палеогеографічні умови осадо- та торфонакопичення, швидкості занурення заболоченої території та накопичення

рослинного матеріалу, ступінь обводнення та проточності торфовищ, циклічний розподіл і закономірності просторового поширення петрографічних типів вугілля.

Приуроченість Дніпробасу до УЩ обумовила особливості формування осадового комплексу. Диференційовані рухи блоків, що розвивалися на фоні значних епейрогенічних зрушень, відіграли основну роль у характері та густоті ерозійно-розчленування, зокрема формуванні ерозійно-тектонічних палеодолин, в яких при зануренні УЩ та трансгресії в середньому еоцені моря з боку ДДЗ відбувалися процеси торфоутворення. Вони спостерігалися на великих заболочених ділянках, нерідко поширюючись не тільки на заплаву, а також і на надзаплавні тераси та пологі схили долин.

Вугленосна товща бучаку з пластами вугілля робочої потужності, як правило, залягає безпосередньо на первинних каолінах кори вивітрювання, формування якої передувало торфонакопиченню, та перекривається найчастіше морськими утвореннями київської світи.

Палеогенова буровугільна формація є багатофаціальним утворенням, що складає цикл осадонакопичення, однією із фацій якого є вугілля. Воно підрозділяється на ряд петрографічних типів, що чергуються в розрізі пластів. Переважаючими типами вугілля вивчених родовищ є геліти та ліпоїдо-геліти.

В підшві вугільних пластів більшості родовищ фіксуються гелітовий та ліпоїдо-гелітовий типи вугілля. В припокрівельній частині пластів типи вугілля змінюються із заходу на схід від збагачених ліпоїдами ($L > 25\%$) (Бузько-Росинський мегаблок) до збіднених цими компонентами (Інгільський та Придніпровський мегаблоки), що може бути наслідком ілювіації, викликаної інтенсифікацією гідрогеологічного режиму в результаті висхідних, більш інтенсивних на заході, диференційованих рухів блоків щита.

В межах Бузько-Росинського й Інгільського мегаблоків у родовищах розвинені один-три пласти вугілля, в родовищах Придніпровського мегаблоку спостерігається лише один пласт більшої потужності. Це свідчить про більшу стабільність тектонічної обстановки Придніпровського мегаблоку в період формування вугленосних відкладів.

Індекси оцінки палеосередовища торфоутворення за типами рослин і впливом підземних вод свідчать, що торфонакопичення, залежно від положення торфовища в палеодолині, відбувалося в зоні озерно-болотної прибережної низинної рівнини в умовах високого обводнення та ерозійно-тектонічних палеодолин при помітному впливі морської обстановки або в озерах, що заростають.

Підвищена бітумінозність вугілля визначається високим вмістом у ньому ліптиніту та тканин восковміщуючих рослин й умовами розкладання органічного матеріалу під впливом морської води.

За умовами залягання, запасами й якісними характеристиками бурого вугілля басейн є перспективним щодо розробки та одержання не тільки енергетичної, але і хімічної сировини. Для розробки пластів гелітоліто-ліпоїдолітового типу, вугілля яких збагачено бітумами, доцільно запроваджувати селективну технологію видобування вугілля.

Робота виконана в Інституті геологічних наук НАН України в рамках науково-дослідних робіт за темами «Еволюція вугленосних та вуглеводневозміщуючих формацій України» 2019–2023 років та «Вугленосні і сланценосні формації України та пов'язані з ними корисні копалини стратегічного значення» 2024–2027 років (КПКВК 6541030).

Наведено результати дослідження вугілля палеогенової вугленосної формації ряду родовищ Дніпровського буровугільного басейну. Показано, що формування Дніпробасу відбувалося в середньому еоцені при опусканні Українського щита та трансгресії моря в ерозійно-тектонічні палеодолини з боку Дніпровсько-Донецької западини. Метою дослідження було виявлення закономірностей просторового поширення та змін петрографічного складу вугілля і деяких параметрів вугленосності Дніпровського басейну, що має як теоретичне, так і прикладне значення. Засвідчено, що особливості геотектонічного режиму, які зумовлені приуроченістю басейну до Українського щита, визначили своєрідність палеогеографічних умов осадо- та торфонакопичення, швидкість занурення заболоченої території та накопичення рослинного матеріалу, ступінь обводнення та проточності торфовищ, циклічний розподіл петрографічних типів вугілля і закономірності їх просторового розповсюдження. Вперше зафіксовано поширення в підшві пластів більшості родовищ гелітового і ліпоїдо-гелітового типів вугілля. З'ясовано, що в припокрівельній частині пластів типи вугілля змінюються від збагачених ліпоїдами в межах Бузько-Росинського та західної частини Інгільського мегаблоків до збіднених цими компонентами в Придніпровському та східній частині Інгільського мегаблоків. Вперше виділені в басейні пласти гелітоліто-ліпоїдолітового типу, в яких переважають типи вугілля із вмістом ліпоїдних компонентів понад 25 %. Показано, що підвищена бітумінозність вивченого вугілля та високий вміст у бітумах воску є наслідком умов розкладання рослинного матеріалу торфовищ під впливом морської води.

Список літератури

- Агулов О.П. До флористичної характеристики генетичних типів бурого вугілля Дніпровського басейну. *Геол. журн.* 1962. № 4 (85). С. 37–43.
- Белов А.П., Гладун П.И., Барна Т.В., Гладун Е.П. К вопросу о реализации энергосберегающих технологий переработки бурого угля Днепробассиса. *Геолог України.* 2009. № 3. С. 190–192.
- Ботвинкина Л.Н., Алексеев В.П. Цикличность осадочных толщ и методика ее изучения. Свердловск: Изд-во Урал. ун-та, 1991. 336 с.
- Волкова И.Б. Петрография углей. *Петрологический атлас ископаемого органического вещества России.* С.-Петербург: ВСЕГЕИ, 2006. С. 121–149.
- Гинтов О.Б. Докембрий Украинского щита и тектоника плит. *Геофиз. журн.* 2012. Т. 34, № 6. С. 3–21.
- Гойчевский А.А. Тектонические условия образования полезных ископаемых осадочного чехла Украинского щита. Киев: Наукова думка, 1982. 180 с.
- Егоров А.И. Глобальная эволюция торфоугленакопления. Мезозой и кайнозой. Ростов-на-Дону: Изд-во РГУ, 1997. 416 с.
- Заклинская Е.Д. Пыльца покрытосеменных и ее значение для обоснования стратиграфии верхнего мела и палеогена. *Тр. ГИН АН СССР.* 1963. Вып. 74. С. 5–258.
- Зосимович В.Ю., Рябоконь Т.С., Цыба Н.Н., Шевченко Т.В. К стратиграфии палеогеновых отложений Каневского Приднепровья. *Геол. журн.* 2015. № 4 (353). С. 57–76.
- Игнатченко Н.А., Зайцева Л.Б. Петрография бурых углей Днепровского бассейна и их битуминозность. Киев, 1981. 61 с. (Препр. / ИГН НАН УССР).
- Кизильштейн Л.Я. Генезис серы в углях. Ростов-на-Дону: Изд-во РГУ, 1975. 200 с.
- Кирилюк В.П. Тектонічна карта України. М-б 1:1 000 000. Ч. II. Тектоніка фундаменту Українського щита. М-б 1:2 000 000. Пояснювальна записка. Київ: УкрДГРІ, 2007. 78 с.
- Кирилюк В.П., Шевченко О.М. Визначальні структурні елементи фундаменту Українського щита (з досвіду складання оглядових карт геологічного змісту). *Мінер. ресурси України.* 2023. № 4. С. 27–37. <https://doi.org/10.31996/mru.2023.4.27-37>
- Климат в эпохи крупных биосферных перестроек: Семихатов М.А., Чумаков Н.М. (ред.). Москва: Наука, 2004. 299 с.
- Крашенинников Г.Ф. Условия накопления угленосных формаций СССР. Москва: Изд-во МГУ, 1957. 296 с.
- Минерально-сырьевая база угольной промышленности России. Т. 1: Состояние, динамика, развитие: Евтушенко А.Е., Малышев Ю.Н. (ред.). Москва: Изд-во МГГУ, 1999. 648 с.
- Мінеральні ресурси України: щорічник. Київ: ДНВП «Геоінформ України», 2021. 270 с.
- Нагірний В.М. Палеогеографічні умови утворення кайнозойських буровугільних покладів України. Київ: Наукова думка, 1977. 108 с.
- Петрографические типы углей СССР: Любер А.А. (ред.). Москва: Недра, 1975. 248 с.
- Радзивилл А.Я., Гуридов С.А., Самарин М.А., Металиди С.В., Оксенчук Р.М. Днепровский буроугольный бассейн. Киев: Наукова думка, 1987. 328 с.
- Серова Н.Б. Условия образования и закономерности распределения воскодержащих бурых углей кайнозоя СССР. *Литоология и полез. ископаемые.* 1987. № 2. С. 81–94.
- Слензак І.Є. Нижньотретинне вугленакопичення на правобережжі середнього Дніпра. Київ: Вид-во АН УРСР, 1946. 84 с.
- Старостенко В.И., Гинтов О.Б., Кутас Р.И. Геодинамическое развитие литосферы Украины и его роль в формировании и размещении полезных ископаемых. *Геофиз. журн.* 2011. Т. 33, № 3. С. 3–22.
- Сябряй В.Т. Генезис бурых углей Днепровского бассейна. Киев: Изд-во АН УССР, 1958. 78 с.
- Сябряй В.Т. Дніпровський буровугільний басейн. Київ: Вид-во АН УРСР, 1959. 221 с.
- Узюк В.И. Формирование углей и угольных пластов среднего карбона Юго-Западного Донбасса: автореф. дис. ... д-ра геол.-мин. наук. Львов, 1994. 30 с.
- Устиновский Ю.Б. Киммерийско-альпийский формационный комплекс. *Угленосные формации и вещественный состав углей Днепровско-Донецкой впадины.* Киев: Наукова думка, 1990. С. 60–75.
- Штах Э., Маковски М.Т., Тейхмюллер М., Тейлор Г., Чандра Д. Петрология углей. Москва: Мир, 1978. 554 с.
- Diessel C.F.K. Coal-Bearing Depositional Systems. Berlin: Springer-Verlag, 1992. 721 p.
- Diessel C.F.K. The correlation between coal facies and depositional environments. *Advances in the Study of the Sydney Basin: Proc. 20th Symp.* Newcastle: Univ. of Newcastle, 1986. P. 19–22.
- ISO 7404–3. Methods for the petrographic analysis of coals. Part 3. Method of determining maceral group composition. International Organization for Standardization, 2009. 8 p.
- Ivanova A.V., Zaitseva L.B., Gavriltshev V.B. Reconstruction of Sediment and Peat Accumulation Conditions Based on the Petrographic Composition of Coal in the Verkhnedneprovsk Deposit, Dnieper Brown Coal Basin. *Lithology and Mineral Resources.* 2021. No. 6 (56). P. 535–547. <https://doi.org/10.1134/S0024490221050023>
- Maslun N.V., Mintuzova L.G., Hnylko S.R. Detailed stratification and correlation of foraminifera Paleogene deposits of Ukraine. *Geologichnij žurnal.* 2015. No. 4 (353). P. 31–48.

References

- Agulov A.P. 1962. The floral characteristics of genetic types of brown coal in the Dnieper Basin. *Geologichnij žurnal*, 4 (85): 37–43 (in Ukrainian).
- Belov A.P., Gladun P.I., Barna T.V., Gladun E.P. 2009. On the issue of implementing energy-saving technologies for processing brown coal from the Dnieper Basin. *Ukrainian Geologist*, 3: 190–192 (in Russian).
- Botvinkina L.N., Alekseev V.P. 1991. Cyclicity of Sedimentary Sequences and Method of Its Study. Sverdlovsk: Ural University Publishing House (in Russian).
- Diessel C.F.K. 1992. Coal-Bearing Depositional Systems. Berlin: Springer-Verlag.
- Diessel C.F.K. 1986. The correlation between coal facies and depositional environments. *Advances in the Study of the Sydney Basin: Proc. 20th Symp.* Newcastle: Univ. of Newcastle, p. 19–22.
- Egorov A.I. 1997. Global Evolution of Peat-Coal Accumulation. Mesozoic and Cenozoic. Rostov-on-Don: RGU Publishing House (in Russian).
- Evtushenko A.E., Malyshev Yu.N. (Eds.). 1999. Mineral resource base of the Russian coal industry. 1: Status, Dynamics, Development. Moscow: MGGU Publishing House (in Russian).
- Gintov O.B. 2012. Precambrian in the Ukrainian Shield and plate tectonics. *Geophysical Journal*, 34 (6): 3–21 (in Russian).
- Goizhevsky A.A. 1982. Tectonic Conditions for the Formation of Useful Minerals in the Sedimentary Cover of the Ukrainian Shield. Kyiv: Naukova Dumka (in Russian).
- Ignatchenko N.A., Zaitseva L.B. 1981. Petrography of brown coals in the Dnieper Basin and the bitumen potential. Kyiv. (Preprint / IGN of NAS of UkrSSR) (in Russian).
- ISO 7404–3. Methods for the petrographic analysis of coals. Part 3. Method of determining maceral group composition. International Organization for Standardization. 2009.
- Ivanova A.V., Zaitseva L.B., Gavriltshev V.B. 2021. Reconstruction of Sediment and Peat Accumulation Conditions Based on the Petrographic Composition of Coal in the Verkhnedneprovsk Deposit, Dnieper Brown Coal Basin. *Lithology and Mineral Resources*, 6 (56): 535–547. <https://doi.org/10.1134/S0024490221050023>

- Kyrylyuk V.P. 2007. Tectonic map of Ukraine at the scale of 1:1,000,000. Part II. Tectonics of the Ukrainian Shield Basement at the scale of 1:2,000,000 and explanatory note. Kyiv: UkrSGRI (in Ukrainian).
- Kyrylyuk V.P., Shevchenko O.M. 2023. Determining Structural Elements of the Ukrainian Shield Basement (From the Experience of Compiling Maps of Geological Content). *Mineral resources of Ukraine*, 4: 27–37. <https://doi.org/10.31996/mru.2023.4.27-37> (in Ukrainian).
- Kizilshtein L.Ya. 1975. Genesis of Sulfur in Coals. Rostov-on-Don: RGU Publishing House (in Russian).
- Krashennnikov G.F. 1957. Conditions for the Deposition of Coal-Bearing Formations in the Soviet Union. Moscow: MGU Publishing House (in Russian).
- Lyuber A.A. (Ed.). 1975. Petrographic Coal Types in the Soviet Union. Moscow: Nedra (in Russian).
- Maslun N.V., Mintuzova L.G., Hnylko S.R. 2015. Detailed stratification and correlation of foraminifera Paleogene deposits of Ukraine. *Geologichnij zhurnal*, 4 (353): 31–48.
- Mineral Resources of Ukraine: annual. Kyiv: SRDE “Geoinform Ukraine”, 2021 (in Ukrainian).
- Nagirnyi V.M. 1977. Paleogeographic conditions of formation of Cenozoic brown coal deposits of Ukraine. Kyiv: Naukova Dumka (in Ukrainian).
- Radzivil A.Ya., Guridov S.A., Samarin M.A., Metalidi S.V., Oksenchuk R.M. 1987. The Dnieper Brown Coal Basin. Kyiv: Naukova Dumka (in Russian).
- Semikhatov M.A., Chumakov N.M. (Eds.). 2004. Climate during Epochs of Large Biospheric Rearrangements. Moscow: Nauka (in Russian).
- Serova N.B. 1987. Formation conditions and distribution regularities of the Cenozoic wax-bearing brown coals in the Soviet Union. *Lithology and Mineral Resources*, 2: 81–94 (in Russian).
- Slenzak I.E. 1946. Lower Tertiary Coal Deposition on the Right Bank of the Middle Dnieper River. Kyiv: AN UkrSSR Publishing House (in Ukrainian).
- Stach E., Mackowsky M.Th., Teichmüller M., Taylor G.H., Chandra D., Teichmüller R. 1978. Coal Petrology: Translated from English under the title Petrologiya uglei. Moscow: Mir (in Russian).
- Starostenko V.I., Gintov O.B., Kutas R.I. 2011. Geodynamic Development of the Lithosphere in Ukraine and Its Role in the Formation and Distribution of Mineral Deposits. *Geophysical Journal*, 33 (3): 3–22 (in Russian).
- Syabryai V.T. 1958. Genesis of Brown Coals in the Dnieper Basin. Kyiv: AN USSR Publishing House (in Russian).
- Syabryai V.T. 1959. The Dnieper Brown Coal Basin. Kyiv: AN UkrSSR Publishing House (in Ukrainian).
- Ustinovsky Yu.B. 1990. Cimmerian-Alpine Formation Complex. In: *The coal bearing formations and matter composition of coals of Dnieper-Donets depression*. Kyiv: Naukova Dumka, p. 60–75 (in Russian).
- Uziyuk V.I. 1994. Formation of coal and coal seams of the Middle Carboniferous in the South-Western Donbass: author's abstract dis. ... doc. geol.-min. sci. Lvov. (in Russian).
- Volkova I.B. 2006. Petrography of coals. In: *Petrological Atlas of Fossil Organic Matter of Russia*. St. Petersburg: VSEGEI, p. 121–149 (in Russian).
- Zaklinskaya E.D. 1963. Spores of angiosperms and their significance for substantiating the Upper Cretaceous and Paleogene stratigraphy. *Trudy GIN AN SSSR*. 74: 5–258 (in Russian).
- Zosimovich V.Yu., Ryabokon T.S., Tsyba N.N., Shevchenko T.V. 2015. To Paleogene deposits stratigraphy in the Kaniv Prydniprovia. *Geologichnij zhurnal*, 4 (353): 57–76 (in Russian).