

УДК 551.735(477/467)

DOI <https://doi.org/10.30970/pal.58.11>

МІКРОІНГРЕДІЄНТНИЙ СКЛАД ВУГІЛЛЯ З ВЕРХНЬОКРЕЙДОВИХ ТОВЩ СТРИЙСЬКОЇ СВИТИ СКИБОВОЇ ЗОНИ КАРПАТ

Олег Коба

*Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. Грушевського, 4, Львів, Україна, 79005
oleh.koba@lnu.edu.ua
orcid.org/0009-0003-1372-2475*

Донедавна дослідники, що вивчали Карпати, не надавали належної уваги решткам вугілля, що трапляються у флішових товщах.

Різна за обсягом і методами досліджень інформація про включення уламків кам'яного вугілля в крейдо-палеогеновому фліші трапляється у працях польських та українських науковців, які вивчали геологічну будову Карпат. Уламки з «польської частини Карпат» були виявлені у розрізі флішового комплексу від беріаського, валанжинського і готерівського ярусів нижньої крейди до олігоцену.

Палінологічними дослідженнями вперше було підтверджено карбонівий вік цих уламків. Встановлено, що спори переважаючої більшості цих уламків вугілля продукували рослини середньокарбонівового віку і лише поодинокі вміщують спори серпухівського ярусу раннього карбону.

У розрізі флішового комплексу Українських Карпат також часто трапляються уламки кам'яного вугілля. Їх знаходили в околицях с. Східниця, та м. Борислава, у включеннях екзотичних конгломератів стрийської світи пізньої крейди по р. Тисьмениця, біля с. Яремча, неподалік м. Сколе на р. Опір, біля Старого Самбора в басейні р. Дністер, біля с. Вільшани на Терєблі, біля с. Мала Волосянка в басейні р. Опір, біля с. Нижнє Висоцьке на р. Стрий та в басейні р. Тисьмениця. Вони значно поширені головним чином у мезозойських відкладах Скибової зони.

Дотепер ніяких ґрунтовних геологічних, петрологічних, фізичних, макро- і мікроропалеоботанічних досліджень цих решток. Уточнено вік утворення цього вугілля, встановлено вихідний рослинний матеріал, що накопичувався в болотах, умови його розкладу і перетворення в торф. Виявлено імовірні території і напрямки перенесення осадового матеріалу, що розмивався і постачався в місця седиментації де серед різноманітних складових осаду було знайдено також уламки вугілля.

Детально на макро- і мікроскопічному рівнях методологічно вивчено та описано уламки гумусового кам'яного вугілля середнього карбону, виявленого та опробованого у відкладах стрийської світи верхньої крейди Скибової зони Українських Карпат.

Ключові слова: фліш, вугілля, мацерал, інгредієнти, показник відбиття вітриніту, технологічна марка.

Вступ. Головною типовою і характерною ознакою кам'яновугільного періоду є розквіт рослинного світу. Сприяла цьому дія великої кількості різноманітних чинників пов'язаних з типом клімату та відповідним складом атмосфери. Кожна окрема група рослин, мала своє середовище проживання з певним режимом обводнення, вологості, мінерального живлення тощо.

У товщах крейдово-палеогенового флішу Західних і Східних Карпат трапляються уламки кам'яного вугілля. Вперше на них звернули увагу науковці котрі вивчали сегмент Польських Карпат Т. Вісневський, Я. Новак (1927), М. Ксенжкєвич, С. Букови (1957), Я. Котлярчик і М. Сліва (1963), Козіковський (1966), С. Турнау (1970) та інші. Вони їх знаходили у товщах флішових утворень від беріаського, валанжинського і готерівського ярусів ранньої крейди до олігоценових відкладів палеогену.

Аналіз досліджень. Вугілля флішового комплексу з сегменту Українських Карпат досліджували В.В. Глушко і Г.Д. Досіна (1978), Ф. Крейтц і Р. Зубер в околицях с. Східниці, Т. Вісньєвський в Добромільських Карпатах, Б. Кропачек в околицях м. Борислава. П.І. Калугін (1949) спостерігав такі уламки у лінзоподібних включеннях «екзотичних конгломератів» стрийської світи пізньої крейди по р. Тисмениці. Р.С. Копистянський, А.М. Іщенко і Т.О. Болдирева (1959) в породах стрийської світи біля с. Яремча на р. Прут і південніше м. Сколе на р. Опір.

Окрім цього уламки вугілля було знайдено в ямненських пісковинах палеоцену біля Старого Самбора в басейні р. Дністер; в породах лютської світи палеоцену біля с. Вільшани на р. Терєблі; в менілітових відкладах олігоцену біля с. Мала Волосянка в басейні р. Опір; в кросненських відкладах олігоцену біля с. Нижнє Висоцьке на р. Стрий; в поляницьких відкладах нижнього міоцену Бориславського насуву в басейні р. Тисмениці. Ладиженський Г.Н. та Сергєєва Л.А. (1973) описали уламки вугілля карбонового віку, що залягали в пісковиках стрийської світи в околицях м. Сколе і с. Землянка на р. Опір.

Мета. Проведені нами дослідження ставили за мету комплексне вивчення зразків вугілля макроскопічними, мікроскопічними, петрографічними, палеоботанічними та фізичними методами для визначення його петрографічного складу, систематичної приналежності вуглеутворюючих рослин, ступеню метаморфізму, марочної приналежності та його якості. Окрім того, прогнозних показників його хімічного складу і технологічних властивостей та встановлення можливої області знесення продуктів розмиву в басейні седиментації. Вивчено велику кількість зразків з кар'єру «Святослав» та природних відслонень с. Стрілки (Старосамбірський район).

Макроскопічний опис вугілля проводили згідно з методикою, розробленою у ВГО «Донбасгеологія». Макроструктури штуфів вугілля визначали за товщиною смуг вітрену і гетерогенних смуг вугілля. В працях В. І. Узіюка (1968, 1990, 1998) та Є. В. Узіюка (1989, 1992) детально описані мікроструктури вуглефікованих тканин плауновидних, членистостеблових і папоротевидних рослин вугільних пластів Донецького і Львівсько-Волинського басейнів. Мікроінгредієнтний склад вугілля визначали в прозорих шліфах згідно з класифікацією М.М. Ліфшиці і підраховували лінійним методом розробленим В.І. Узіюком [5; 6]. Вихідний вуглеутворювальний рослинний матеріал визначали за мікроструктурами смуг вітрену анатомо-морфологічним методом, розробленим також В.І. Узіюком [5].

Виклад основного матеріалу. Рештки різних органів викопних рослин, захоронені в теригенних породах, називають фітофосиліями (рис. 1). За розмірами серед них розрізняють макро- і мікрофітофосилії. Перші спостерігаємо неозброєним оком і вивчаємо комплексом макро- і мікропалеоботанічних методів. До них належать фітолейми і відбитки. До мікрофітофосилій відносимо мікроскопічні складові вуглефікованої фітомаси вугілля,

тобто мацерали, фітерали і петрогенетичні його типи, що утворилися із різних тканин та органів розмноження рослин. У шліфах вони представлені мікро- і мегаспорами, органами спороносіння, кутикулою, смолою, штрихами та смугами вітрену, лінзами фюзену, вугільним атритом і десмітом різних органів рослин (рис. 2).



Рис. 1. Відклади стрийської світи, кар'єр «Святослав»



Рис. 2. Відклади стрийської світи, відслонення с. Стрільки

Породи, у яких містяться уламки вугілля, зазвичай пісковики кварцові з карбонатним цементом, грубо-середньо- і дрібнозернисті, сірі подекуди з голубуватим, зеленкуватим інколи жовтуватим відтінками, дуже міцні, містять поодинокі луски слюди розміром від декількох до 5 мм (рис. 6, 7, 8). Розміри самих уламків у вмісних породах (пісковиках) змінюються від декількох міліметрів до десятків сантиметрів. Розподіл їх у породі дуже нерівномірний. У деяких відслоненнях у товщах пісковиків інколи алевролітів трапляються лише поодинокі дрібні уламки, а в інших – у вигляді скупчень, котрі утворюють своєрідну „брекчію” або „конгломерат” (рис. 3, 4, 5). На вигляд вугілля чорне, блискуче і напівблискуче, шарувате, штрихувате і тонкосмугасте, крихке з нерівним і сходинковим зломом, інколи тріщинувате, без макроскопічно видимих мінеральних включень.



Рис. 3. Вмісна порода і рештки вугілля у відкладах стрийської світи (відслонення с. Стрільки)



Рис. 4. Вмісна порода і рештки вугілля у відкладах стрийської світи (відслонення с. Стрільки)



Рис. 5. Вмісна порода і рештки вугілля у відкладах стрийської світи (відслонення с. Стрільки)



Рис 6. Рештки вугілля у відкладах стрийської світи (кар'єр «Святослав»)



Рис 7. Вмісна порода і рештки вугілля у відкладах стрийської світи (кар'єр «Святослав»)



Рис 8. Вмісна порода і рештки вугілля у відкладах стрийської світи (кар'єр «Святослав»)

Макрофітофосилії нами не виявлені, тому родову приналежність рослин, визначали за морфологічними ознаками мегаспор описаними та проілюстрованими в розробленій В. І. Узюком штучній їх класифікації [5].

Фюзенізовані тканини становлять переважно внутрішню частину вуглефікованої смужки перидерми. Товщина її значно менша від товщини вітринізованої та геліфікованої частини фітолейми. Перехід від вітринізованих тканин до фюзенізованих поступовий, через семивітриніт і семифюзиніт. Повсюдно простежується накладення процесів фюзенізації на продукти попередньої вітринізації, а також більш швидке розкладення клітин процесами фюзенізації, ніж процесами вітринізації і наступної геліфікації.

У семивітриніті краще, ніж у семифюзиніті, видно радіальні буровато-помаранчеві і помаранчево-бурі серединні пластинки, клітини чотирикутної та неправильної форм, дуже розбухлі радіальні і тангентальні червонувато-бурі і бурі їхні стінки, а також включення органічної бурої і червоної речовини у реліктах клітинних порожнин лінзо-, штрихо-, клиноподібної та інших форм. Стінки клітин семивітринізованих тканин частково зігнуті під час стиснення фітолейми, а у семифюзенізованих і фюзенізованих тканинах представлені уламками різних форм. У фюзенізованих тканинах порожнини клітин, що утворилися за попередньої їх вітринізації, переважно пусті.

Вітринізовані тканини. Клітини розміщені радіальними дуже стисненими рядами. За збереженістю клітинної будови тканин виділяються два шари. Перший шар простежується від зовнішньої поверхні фітолейми до середини смуги вугілля. У найменше змінених тканинах чітко видно великі частково стиснені п'яти-, шестикутні і лінзоподібні клітини. Їхні порожнини заповнені включеннями органічної червоної речовини (табл. фіг. 6). Другий шар – середня і контактуюча з породами ядра частина смуги вуглефікованої перидерми. Видимість елементів клітинної будови тканин покращується по мірі віддалення від ядра стовбура. В прилеглих до нього дуже сильно розкладених тканинах збереглися тільки штрихо- і ниткоподібні включення органічної червоно-бурої речовини в реліктах клітинних порожнин.

За допомогою мікроскопу в прозорих вугільних шліфах виявлені рештки рослин родів (при паралельних ніколях $\times 220$.) лепідолоїс, ботродендрон, лепідодендрон, сигілярія, птеридосперми. Сформована їх тканинами і органами розмноження фітомаса складена мацералами груп вітриніту, семивітриніту, інертиніту та ліптиніту.

Вітринізовані тканини рослин кожного виду мають індивідуальні і загальні для роду мікроструктурні особливості.

Тип Lycopsida Плауновидні**Порядок Lepidodendrales Лепідодендронові****Родина Lepidodendraceae Endlicher, 1836****Рід Lepidodendron Sternberg, 1820**

Фюзенізована і ліпідна фітомаса лепідодендронів у дюреновому вугіллі з мегаспорами лепідодендронів

Lepidodendron sp.

Табл. фіг. 1

Перидерма пошарова. Перший шар уміщує в собі зовнішні тканини, які становлять листові подушки і прилеглі до них клітини перидерми. В листових подушках часто простежується своєрідно вигнута кутикула, яка складається з двох гладких сторін, що налягають одна на одну, і двох протилежних їм зубчастих сторін, що зрослися з паренхімними тканинами подушок. Другий шар становлять тканини перидерми зовсім іншої будови, ніж тканини листових подушок. Клітини в них розташовані радіальними, дуже стиснутими рядами лінзоподібної форми. Бура та чорна речовина, яка з них утворилась, займає весь об'єм клітинних порожнин. Приблизно в середній частині більшості цих включень залягають тоненькі перегородки, складені органічною жовто-оранжевою речовиною. Вони подібно єдиній зв'язуючій ланці об'єднують клітини і тому отримали умовну назву "містки".

Рід Lepidophloios Sternberg, 1826

Вітринізована, ліпідна і фюзенізована фітомаса лепідофлойосів у клареновому вугіллі з кутикулою листової подушки лепідофлойоса.

Lepidophloios sp.

Табл. фіг. 2

Шари тканин, які залягають у різних частинах перидерми, відрізняються індивідуальними особливостями клітинної будови та інтенсивністю розкладення під час торфо- і вуглетворення.

Шар складається з тканин листових подушок, які іноді вміщують добре збережену "подвійну" кутикулу. Клітини в тканинах розташовані без певного порядку. Форма їх змінюється від шести-, п'яти- і чотирикутної до округло-овальної. Вона добре вирисовується серединними світло-оранжевими пластинками, що мають форму ломаних ліній і рівні краї. Розміри клітин у різних частинах тканин різні. Релікти порожнин заповнені включеннями органічної бурої і темно-бурої речовини лінзоподібної, округло-овальної та інших форм. У реліктах поодиноких клітинних порожнин трапляється органічна жовто-оранжева речовина.

З елементів клітин чітко бачимо тільки включення органічної темно-бурої речовини в реліктах порожнин клітин лінзоподібної форми. Стінки клітин дуже розклалися і в багатьох місцях злилися в однорідну оранжево-червону речовину. Релікти розкладених серединних пластинок вгадуються лише в поодиноких штрихах оранжевої речовини. Речовина розбухлих стінок клітин має переважно червоний колір і в більшості клітин займає весь об'єм порожнин. Збережені релікти клітинних порожнин нечіткі, представлені крапковими включеннями органічної чорної речовини.

Родина Bothrodendraceae Potonie, 1899**Рід Bothrodendron Lindley et Hutton, 1833**

Ліпідна і фюзенізована фітомаса ботродендронів, сигілярій та птеридоспермів з мікроспорами і мегаспорами ботродендронів, мегаспорою птеридоспермів і сигілярій.

Bothrodendron sp.

Табл. фіг. 3, 4

Має загалом клиноподібні форми виступів перидерми, які вклинені у вмісні породи. Тканини виступів вміщують багато включень смолоподібної речовини в реліктах порожнин

клітин і тріщинах різноманітної форми. Клітини розташовані в тканинах хаотично і деколи асоціюють зі своерідною “подвійною” кутикулою. Релікти порожнин заповнені включеннями органічної чорної речовини. Стінки клітин дуже розбухли і перетворились у червону речовину, яка дуже переважає над речовиною, що заповнює порожнини клітин. Від клітини до клітини чітко простежується поступове збільшення розкладення тканин, яке виражається у зменшенні об’єму клітинних порожнин і включень органічної речовини, що їх заповнює, з одночасним збільшенням товщини розбухлих стінок клітин.

Родина Sigillariaceae Unger, 1842

Рід Sigillaria Brongniart, 1822

Підрід Eusigillaria Weiss, 1887

Секція Rhytidolepsis Sternberg, 1822

Рід Sigillaria Brongniart, 1822

Ліпідна і фюзенізована фітомаса ботродендронів, сигілярій та птеридоспермів з мікроспорами і мегаспорами ботродендронів, мегаспорою птеридоспермів і сигілярій.

Sigillaria sp.

Табл. фіг. 3, 4

Клітини розташовані радіальними рядами. Інтенсивність перетворення їх залежить від місця розташування в перидермі. Виділяються два шари тканин, які поступово переходять один у другий. Перший шар простежується від зовнішньої поверхні фітолейми приблизно до середини смужки вітрени. Характерною його особливістю є чергування ділянок тканин з добре і з погано збереженою клітинною будовою. У клітинах чітко простежуються ниткоподібні радіальні, тангентальні серединні пластинки світло-оранжевого кольору з золотистим відтінком й однаковими краями. Релікти органічної речовини, яка заповнює порожнини клітин різних форм, виділяються тільки темно-бурим і чорним кольорами. Другий шар його тканини вирізняється від тканин першого значно більшим розкладенням, чітким згрупуванням клітин у неперервні радіальні ряди, дуже сильним їх стисненням, а також темно-бурим і чорним кольором речовини, що заповнює релікти клітинних порожнин.

На зрізі, близькому до поперечного, дуже добре помітні ряди клітин, чітко обмежені радіальними серединними пластинками. Серединні пластинки мають однакові краї і майже прямолінійну ниткоподібну форму.

ТИП PTEROPSIDA. ПАПОРОТЕПОДІБНІ

Клас Gymnospermae. Голонасінні

Підклас Pteridospermidae (Pteridospermae)

Порядок Cusadofilicales. Насінна папороть

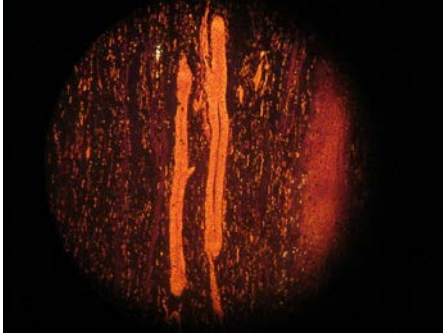
Вітринізована, фюзенізована і ліпідна фітомаса дюрено-калренового вугілля з мікроспорами і мегаспорою птеридоспермів (насінної папороті).

Pteridospermae sp.

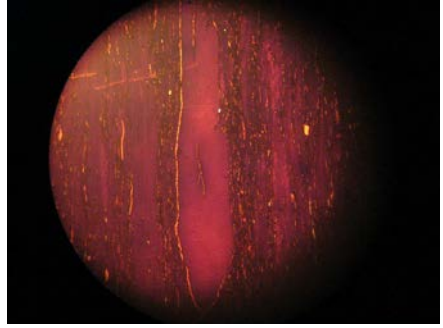
Табл. фіг. 5

Основу тканин становить майже безструктурна бурувато-червона речовина з чіткою шагреневою поверхнею. Вона утворилася із тонкостінних клітин паренхімних тканин, які легко розкладалися. Поверхня їхня гладка, рельєф високий, краї рівні, розміщення в паренхімних тканинах і між собою закономірне. В багатьох тілах видимі рештки клітинних порожнин, заповнені жовто-оранжевою речовиною, яка утворює майже прямолінійні ниткоподібні включення. Склеренхімні волокна представлені тілами з нерівними рваними краями в ділянках перидерми першого мікроструктурного типу й утворюють лінзоподібні смуги в мікроструктурах другого типу. Штрихоподібні включення жовто-оранжевої речовини у вітриніті, утвореному зі склеренхімних тканин, це, мабуть, заповнені релікти порожнин клітин.

Таблиця



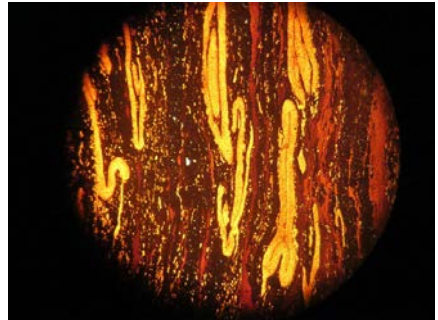
1



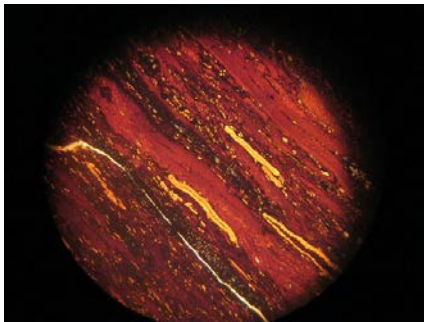
2



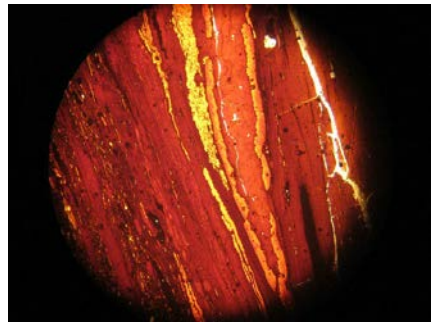
3



4



5



6

Висновки та перспективи подальших досліджень. За результатами проведених досліджень нами виявлено і вивчено вугілля з верхньокрейдових відкладах стрийської світи. Воно утворилося з фітомаси тканин кори і листя, органів спороносіння, розмноження (мікро- і мегаспор) та кутикули рослин середнього карбону (лепідодендронів, ботродендронів, сигілярій, лепідофлойосів), а також тканин насіневої папороті (рахисів птеридоспермів), ксилеми і смоли кордаїтів.

У прозорих вугільних шліфах фітомаса нафто-газо-вуглетворних рослин середнього карбону складена мацералами груп вітриніту, семивітриніту, інертиніту, ліптиніту, що сформували вугілля різних літотипів – кларену, кларено-дюрену і дюрену.

Подальше вивчення решток вугілля потребує комплексних наукових досліджень з метою підтвердження наявності кам'яновугільного басейну в автохтоні Карпат та гіпотези генерації його вуглетворною фітомасою рідких і газоподібних вуглеводнів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ван-Кревелен Д. В. Наука про вугілля. Держнауктехвид. 1960. 304 с.
2. Голіцин М.В. Вугілля що породжує нафту і газ. *Енергія*. 1992. № 5. С. 25–28.
3. Глушко В. В. Про вугленосний карбон у фундаменті Східних Карпат і його значення для оцінки перспектив нафтогазоносності. *Геологічний журнал*. 1978. Т. 38. № 5. С. 12–19.
4. Копистянський Р. С., Іщенко А. М., Болдирева Т. О. Уламки вугілля в породах Карпатського флішу. *Доповідь АН України*. 1959. № 2. С. 192–193.
5. Узіюк В. І. Мікроструктури вітринізованих тканин рослин. *Наукова думка*. 1985. 100 с.
6. Узіюк В.І. Штучна морфологічна класифікація мегаспор за ознаками що спостерігаються у вертикальних шліфах вугілля. *Геологічний журнал*. 1985. № 4. С. 83–92.
7. Узіюк В.І. Генетична петролого-палеоботанічна класифікація кларенового вугілля середнього карбону Донбасу. *Геологія і геохімія горючих копалин*. 1992. Вип. 1(78). С. 65–76.
8. Узіюк В.І. Роль різних рослин карбону, їх органів і тканин в утворенні вуглеводнів. *Геологія і геохімія горючих копалин*. 1998. Вип. 1(100). С. 64–76.
9. Узіюк В. І., Шайнога І. В. Фітомаса кам'яновугільної екзотики верхньокрейдових відкладів стрийської світи Українських Карпат – джерело утворення твердих, рідких і газоподібних вуглеводнів. *Палеонтологічний збірник*. 2018. Вип. 50. С. 14–22.
10. Bukowy St. Wegiel kamienny w Karpatach Brzezných. *Przeł. geol.* 1957. N 12. S. 577–578.
11. Kotlarczyk J., Sliwa M. Przyczynę do znajomości utworów karbonu produktywnego w podłożu wschodniej części Karpat polskich. *Przeł. geol.* 1963. N 6. S. 268–272.
12. Kozikowski H. Proba ustalenia «prazbiornika» ropy fliszu Karpat Polnocnych. *Nafta*. 1966. N 3. S. 65–71.
13. Turnau E. Microflora i paleogeografia karbonu produktywnego w polskiej części Karpat. *Inst. geol. Biul.* 235. Z badan geol. w Karpatach. T. 13. Warszawa. 1970. S. 163–244.
14. Zerndt J. Versuch einer stratigraphischen Bestimmung von Steinkohlen-Gerollen der Karpathen auf Grund von Megasporenstudien. *Bull. int. Acad. Pol. Sci., cl. mat. et nat. Ser. B. sc. natur.* (1). 1932. Cracovie. 1933. S. 1–7.

REFERENCES

1. Van-Krevelen, D.V. (1960). *Nauka pro vuhillia*. [The science of coal] Derzhnauktechvyd.
2. Holitsyn, M.V. (1992). Vuhillia shcho porodzhuie naftu i haz [Coal that generates oil and gas]. *Enerhiia*, 5, 25–28.
3. Hlushko, V.V. (1978). Pro vuhlenosnyi karbon u fundamenti Skhidnykh Karpat i yoho znachennia dlia otsinky perspektyv naftohazonosnosti [On carbon-bearing carbon in the

- basement of the Eastern Carpathians and its significance for assessing oil and gas prospects]. *Heolohichnyi zhurnal*, 5, 12–19.
4. Kopystianskyi, R.S., Ishchenko, A.M., & Boldyreva, T.O. (1959). Ulamky vuhillia v porodakh Karpatskoho flishu [Coal fragments in the Carpathian flysch rocks]. *Dopovid AN Ukrainy*, 2, 192–193.
 5. Uziuk, V.I. (1985) *Mikrostruktury vitrynizovanykh tkanyn Roslyn*. [Microstructures of vitrified plant tissues]. Naukova dumka [in Ukrainian].
 6. Uziuk, V.I. (1985). Shtuchna morfolohichna klasyfikatsiia mehaspor za oznakamy shcho sposterihaiutsia u vertykalnykh shlifakh vuhillia [Artificial morphological classification of megaspores based on features observed in vertical sections of coal]. *Heolohichnyi zhurnal*, 4, 83–92.
 7. Uziuk, V.I. (1992). Henetychna petroloho-paleobotanichna klasyfikatsiia klarenovoho vuhillia serednoho karbonu Donbasu [Genetic petrological-paleobotanical classification of the Middle Carboniferous Claren coal of Donbass]. *Heolohiia i heokhimiia horiuchykh kopalyn*, 1(78), 65–76.
 8. Uziuk, V.I. (1998). Rol riznykh roslyn karbonu, yikh orhaniv i tkanyn v utvorenni vuhlevodniv [The role of various Carboniferous plants, their organs and tissues in the formation of hydrocarbons]. *Heolohiia i heokhimiia horiuchykh kopalyn*, 1(100), 64–76.
 9. Uziuk, V.I., & Shainoha, I.V. (2018). Fitomasa kamianovuhilnoi ekzotyky verkhnokreidovykh vidkladiv stryiskoi svity ukrainskykh karpats – dzherelo utvorennia tverdykh, ridkykh i hazopodibnykh vuhlevodniv [Phytomass of coal exotics of the Upper Cretaceous deposits of the Stryiskaya suite of the Ukrainian Carpathians is a source of formation of solid, liquid and gaseous hydrocarbons]. *Paleontolohichnyi zbirnyk*, 50, 14–22.
 10. Bukowy, St. (1957). Wegiel kamienny w Karpatach Brzeznych [Hard coal in the Brzezne Carpathians]. *Przepl. Geol.*, 12, 577–578.
 11. Kotlarczyk, J., & Sliwa, M. (1963). Przyczynek do znajomosci utworow karbonu produktywnego w podlozu wschodniej czesci Karpat polskich [A contribution to the knowledge of the productive Carboniferous formations in the basement of the eastern part of the Polish Carpathians]. *Przepl. geol.*, 6, 268–272.
 12. Kozikowski, H. (1966). Proba ustalenia «prazbiornika» ropy fliszu Karpat Polnocnych [An attempt to establish the "reservoir rights" of the Northern Carpathian flysch oil]. *Nafta*, 3, 65–71.
 13. Turnau, E. (1970). Microflora i paleogeografia karbonu produktywnego w polskiej czesci Karpat [Microflora and paleogeography of the productive Carboniferous in the Polish part of the Carpathians]. *Inst. geol. Biul.*, 13, 163–244.
 14. Zerndt, J. (1933). Versuch einer stratigraphischen Bestimmung von Steinkohlen–Gerollen der Karpathen auf Grund von Megasporenstudien [Versuch einer stratigraphischen Bestimmung von Steinkohlen–Gerollen der Karpathen auf Grund von Megasporenstudien]. *Bull. int. Acad. Pol. Sci.*, 1, 1–7.

MICROINGREDIENT COMPOSITION OF COAL FROM LATE CRETACEOUS STONES OF THE STRIYA FORMATION OF THE SKIBOVA ZONE OF THE CARPATHIAN MOUNTAINS

Oleh Koba

*Ivan Franko National University of Lviv,
Hrushevskoho Str., 4, Lviv, Ukraine, 79005*

Until recently, researchers studying the Carpathians did not pay due attention to the remains of coal occurring in flysch strata.

Information on the inclusion of coal fragments in the Cretaceous-Paleogene flysch, varying in scope and research methods, is found in the works of Polish and Ukrainian scientists studying the geological structure of the Carpathians. Fragments from the “Polish part of the Carpathians” were discovered in the section of the flysch complex from the Berean, Valanginian and Goterian stages of the Lower Cretaceous to the Oligocene.

Palynological studies first confirmed the Carboniferous age of these fragments. It was established that the spores of the vast majority of these coal fragments were produced by plants of the Middle Carboniferous age and only a few contain spores of the Serpukhov stage of the Early Carboniferous.

Coal fragments are also often found in the section of the flysch complex of the Ukrainian Carpathians. They were found in the vicinity of the village of Skhidnytsia, and Boryslav, in inclusions of exotic conglomerates of the Stryi Formation of the Late Cretaceous along the Tysmenytsia River, near the village of Yaremcha, near the town of Skole on the Opir River, near Sary Sambor in the Dniester River basin, near the village of Vilshany on the Terebla River, near the village of Mala Volosyanka in the Opir River basin, near the village of Nyzhne Vysotske on the Stryi River and in the Tysmenytsia River basin. They are widely distributed mainly in the Mesozoic sediments of the Skybova Zone.

Until now, no thorough geological, petrological, physical, macro- and micropaleobotanical studies of these remains have been carried out. The age of formation of this coal has been specified, the initial plant material that accumulated in the swamps, the conditions of its decomposition and transformation into peat have been established. Probable areas and directions of transfer of sedimentary material that was eroded and delivered to sedimentation sites where coal fragments were also found among various sediment components were identified.

Fragments of humic coal of the Middle Carboniferous period, discovered and tested in the deposits of the Stryi Formation of the Upper Cretaceous of the Skybova Zone of the Ukrainian Carpathians, were methodologically studied and described in detail at the macro- and microscopic levels.

Key words: flysch, coal, maceral, ingredients, vitrinite reflectance index, technological grade.

Дата першого надходження статті до видання: 30.03.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 28.04.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 30.05.2026