

Н. В. Вергельська

МОЖЛИВІ ПЕРСПЕКТИВИ ВИВЧЕННЯ ПЕРЕТВОРЕННЯ ОРГАНІЧНОЇ РЕЧОВИНИ В СИСТЕМІ ТОРФ – ВУГІЛЛЯ – АНТРАЦИТ

Рассматриваются предложенные многими исследователями варианты возможного преобразования органического вещества на разных стадиях его углефикации по геологическим, геохимическим и петрографическим данным.

This article discusses possible options for researchers proposed course of conversion and transformation of organic matter in various stages of coalification in the geological, geochemical and petrographic database.

Вступ. Вивчення перетворення та захоронення органічної речовини вугленосних відкладів відбувається переважно в палеогеографічному, геологічному, геохімічному, біологічному, петрологічному напрямках. Встановлені межі різних стадій вуглефікації: торф – буре вугілля – кам'яне вугілля – антрацит, визначені особливості стану речовини вугілля та виділені вуглепетрографічні компоненти, які характеризують кожну стадію. Важливою відмінню в консистенції торфу та бурого вугілля є вміст вологи; основним показником бурого і кам'яного вугілля та антрацитів слугує наявність в них кількості гумінових кислот, кількості вуглецю та показники відбивної здатності їх вітриніту [1, 5, 6, 8, 9, 12–15].

Дослідження перетворення рослинного матеріалу від торфу до антрациту має тривалу історію і чітку біогенну спрямованість. Проведені та опубліковані дослідження відображають переважно погляди біогенного походження з широким використанням методу актуалізму [1, 5, 6, 8, 9, 11, 12–15]. Абіогенні джерела походження твердих горючих копалин вивчені недостатньо, але уже мають певні результати [2, 3, 7, 10, 13].

Аналіз основного матеріалу. В різні роки значний внесок у дослідження перетворення органічної речовини на різних стадіях вуглефікації зробили Ю.А. Жемчужников, В.Б. Порфір'єв, А.І. Гінзбург, Г.А. Іванов, І.І. Амосов, Тан Сю-і, В.І. Узіюк, М.О. Ігнатченко, Е. Штах, М.Ю. Федущак, Л.Г. Стадников, А.Д. Бондарь та ін.

Найбільш комплексні узагальнюючі дослідження висвітлені в роботі І.І. Аммосова та Тан Сю-і [1], де визначено послідовність перетворення органічної речовини на стадіях вуглефікації під впливом температури та тиску, встановлено залежність якісного складу та властивостей вугілля від геолого-генетичних факторів, подані визначення процесів діагенезу, епігенезу, катагенезу, метаморфізму, узагальнені дані про вуглефікацію по стратиграфічному розрізу та площі на прикладі Донецького басейну. Проведено порівняння петрографічних класифікацій; описані літотипи вугілля, макро- та мікрокомпоненти вугільної речовини і мінеральні домішки. Один з головних способів визначення вуглефікації – відбивна (віддзеркалююча) здатність вітриніту, але варто зазначити, що група компонентів вітриніту складається із структурних (телініт) та безструктурних (колініт) компонентів, відбивна здатність яких розрізняється. Розглянуті взаємовідношення перетворення органічної речовини вугілля і нафти, де встановлено подібність бітумів вугілля та нафти, а також значний зв'язок відбивної здатної вітринізованої речовини вугілля і нафти. У роботі приділено значну увагу методам дослідження та інтерпретації отриманих результатів.

В монографії Е. Штаха із співавторами [8] на основі методу актуалізму проведено визначення мікрокомпонентів органічної речовини та особливостей їх утворення на всіх стадіях вуглефікації. На підставі визначених решток у торфах та вугіллі реконструйовані фаціальні умови періоду утворення та накопичення органічної речовини.

Також прослідковано еволюцію розвитку тектонічної будови вугленосних відкладів, палеогеографію періоду накопичення органічної речовини, клімату протягом періоду накопичення, флори, діагенез торфу та вуглефікації. Розглянуто умови походження мікрокомпонентів вугілля: ботанічні та хімічні попередники, перетворення на початкових стадіях та перетворення вітриніту в бітумінозну та антрацитову стадії, зміни в процесі торфоутворення та вуглефікації. Велика кількість розглянутого матеріалу, на різних прикладах з різних материків та різних ступенів вуглефікації при узагальненні отримані класифікації вуглепетрографічних компонентів, але для кожного ступеня перетворення органічної речовини розроблені різні класифікації. Отже, навіть при наявності значного матеріалу, не було простежено прямонаслідкових зміни певних компонентів на різних стадіях перетворення, а лише підтверджені зміни компонентів на різних стадіях у різних вугільних басейнах різних континентів. При цьому не вивчався та не враховувався вплив структури, в якій відбувалося накопичення і перетворення органічної речовини.

Дослідження мікроструктури вітринізованих тканин рослин середнього карбону Донбасу проведені В.І. Узіюком та М.О. Ігнатченком [14] на похідному матеріалі вітринізованої речовини, яка переважає у вугіллі та визначає їх особливості. У роботі проведено визначення рослинних решток та, за можливості, визначені вітриніти із певних родів рослин. В процесі торфонакопичення та вуглеутворення були збережені морфологічні та анатомо-морфологічні ознаки рослин-торфоутворювачів. Перетворення лігніно-целюлозних тканин при вуглефікації супроводжується не тільки суттєвими, але і дуже глибокими змінами первинних рослинних структур аж до їх повного знищення. В роботі визначено послідовність перетворення органічної речовини: дезінтеграція, біохімічна гуміфікація, геліфікація, хімічна гуміфікація, вітринізація, фюзенізація, а також надано їх коротку характеристику.

Відбувається дезінтеграція або процес повного розкладання рослинних решток мікроорганізмами. Мікроорганізми розкладають рослинну тканину нерівномірно так як розселяються колоніями. Тканини набувають спочатку кавернозну структуру, а потім розпадаються на крупні фрагменти й артрит. При біохімічній гуміфікації йде біохімічний процес руйнування органічних речовин, переважно лігніно-целюлозних тканин з одночасним синтезом гумінових речовин із продуктів життєдіяльності і розпаду мікроорганізмів. Головний фактор, який зумовлює біохімічну гуміфікацію – активна діяльність аеробних і частково анаеробних мікроорганізмів (грибків та бактерій). Геліфікація – процес поступового перетворення лігніно-целюлозних тканин, які розкладаються, в колоїдну речовину – гель. Припускають, що даний процес розвивається переважно в анаеробних умовах сильно обводнених боліт нижче торфогенного шару. Геліфікація відбувається у такий спосіб: стінки клітин рослинної тканини, вбираючи в себе рідкі та газоподібні речовини, поступово збільшуються в об'ємі та перетворюються у желеподібну речовину. Пустоти клітин зменшуються, потім зникають, а рослинна рештка набуває комкуватої структури і зрештою рослинна речовина перетворюється в колоїдний розчин різної дисперсності – золь. В подальшому відбувається застигання золя чи його коагуляція й утворення гелю. Цим процесом пояснюється присутність компонентів з різним збереженням анатомічної структури рослинних решток, комкуватої і безструктурної геліфікованої речовини. Хімічна гуміфікація – дуже слабо вивчена і говорити про неї можна лише в загальних рисах. Відповідно до сучасних найбільш обґрунтованих вуглехімічних концепцій, вітриніт викопного вугілля – гуміновий полімер, що утворився в результаті повного перетворення похідного рослинного матеріалу, головним чином лігніно-целюлозних тканин, в різні гумінові сполуки. Вітринізація – дуже складний процес, що спричиняє зміну хімічного складу, молекулярної структури та хімічних властивостей гумінових речовин, які утворилися на стадіях торфоутворення. Зміна гумінових речовин протягом діагенезу приводить до утворення вітриніту, тобто перетворення гумінових кислот у нейтральні полімерні речовини. Під впливом хімічних процесів вітринізації та ущільнення рослинні рештки втрачають воду, набувають компактної упорядкованої структури і перетворюються в склоподібну органічну речовину. Фюзенізація рослинних

решток в петрології вугілля розглядається як один із суттєвих процесів перетворення органічної речовини при вуглеутворенні. А.Б. Травін припускає, що походження фюзену відбувається або при високотемпературному окисленні при пожежах або при низькотемпературному окисленні на повітрі [6, 14].

Вітринізацію, як заключний процес становлення викопного вугілля як гірської породи, розглядають М.О. Ігнатченко, Л.Б. Зайцева, А.В. Іванова в роботі [6]. Визначаючи всі стадії, виділені в попередній роботі [14], дають розширену характеристику в напрямі перетворення буре вугілля – кам'яне вугілля. Автори виділяють в окремий процес елювіацію – як процес, сприятливий для утворення вугілля з підвищеним вмістом ліпоїдних компонентів та відповідно більш низьким вмістом вітриніту та фюзеніту. Збільшення кількості ліпоїдних в торфі, а також відповідно у вугіллі пов'язано з вимиванням дощовими, поверхневими або ґрунтовими водами із торфогенного шару чи природного дренажного торфовища розчинних органічних речовин, які утворилися в процесі біохімічного розкладання рослинних решток. Елювіація залежить від кількості атмосферних опадів, рухливості поверхневих і ґрунтових вод, що промивають торфовище. У роботах [5, 6] автори звертають увагу на те, що у різних торфах, крім торф'яного гумусу, вміщені частково гуміфіковані чи навіть зовсім не гуміфіковані рослинні рештки від 40 до 85%. В торфах як сучасних, так і захоронених визначаються целюлоза, лігнін та інші речовини, які, мабуть, повинні перетворюватися в процесі вуглегенезу в гумінові сполуки. На думку авторів, вирішальним фактором на стадії діагенезу могли бути тільки процеси хімічних взаємодій між органічною і мінеральною речовиною, які відбуваються в умовах низьких температур і тиску. В цих процесах були задіяні органічні речовини перетворених рослинних решток та колоїдні розчини органічних речовин і різною мірою мінералізовані розчини, які заповнюють порові простори в торфі чи пухкому, ще не скам'янілому вугіллі та легко проникних осадах покрівлі і підошви.

Звертається увага на вплив неорганічних речовин у ході вуглефікації, яка відрізняється у вугіллі різного ступеня відновленості. В складі основних факторів процесу вітринізації можуть розглядатися тільки хімічні реакції між органічними та мінеральними речовинами і тиском порід покрівлі. На думку авторів, більшість процесів перетворення органічної речовини вивчені недостатньо та описані в досить загальних рисах.

М.Ю. Федущак в узагальнюючій статті [13] розглядає відклади осадового чохла України та стадії перетворення органічної речовини від бурого вугілля до графіту. В статті визначаються межі кожного етапу перетворення, починаючи з торф'яної стадії до графіту. Визначаються їх фізико-хімічні та механічні особливості, а також петрографічні характеристики у прохідному та відбитому світлі. Отримані дані надали можливість визначити групи марок з подібними властивостями і встановити перехідні різновиди між окремими марками та етапами зміни органічної речовини на стадіях торф – буре вугілля – кам'яне вугілля – антрацити – графіти. За вмістом вуглецю в органічній речовині простежуються її поступові та закономірні зміни, на фоні яких відзначається ряд, так званих, скачків чи переломів, які виражають корінну перебудову органічної речовини при зміні визначених, автором, стадій. Кожну виділену стадію М.Ю. Федущак на основі проведених рентгенівських і термічних досліджень поділяє на підстадії: початкову, перехідну та кінцеву.

В статті В.Л. Соколова із співавторами [12] коротко викладені результати експериментального моделювання катагенезу органічної речовини і супутнього йому газоутворення, за результатами технічного аналізу і елементного складу вугілля, відбивної здатності вітриніту до і після експерименту. По закінченню експерименту (

температури від 100 до 300°C та механічне навантаження 1000 кг/см²) визначення стадії катагенезу за відбивною здатністю вітриніту показало, що в процесі моделювання катагенез похідного вугілля збільшувався в межах півстадії чи залишався без змін, лише в одному зразку відбулася зміна на стадії з довгополуменевої до газової. Різницю у зміні відбивної здатності, на нашу думку, можна пояснити різними типами вітриніту – структурними (телініт) та безструктурними (колініт). Автори роблять висновок, що

отримана кількість газу під час експериментального дослідження є кількістю газу даної стадії катагенезу вугілля (але в дослідження не були залучені антрацити).

Досліджуючи різні стадії перетворення органічної речовини Г.Л. Стадников в монографії [13] відзначає, що перетворення органічної речовини протягом геологічних періодів повинно протікати як єдиний процес геохімічних перетворень на торф'яній, буровугільній, кам'яновугільній, антрацитовій стадіях вуглеутворення та утворення нафти. Значний матеріал даної роботи стосується вугільних покладів Німеччини та Англії, поодинокі приклади наведені для російських та українських басейнів. Охарактеризовані кожна із стадій перетворення органічної речовини, в тому числі визначені ознаки гумусових, сапропелевих та бітумінозних груп на різних етапах перетворення.

На думку Л.Г. Стадникова, сучасний торф складається із бітумів та не розкладених чи не повністю розкладених рослинних волокон, поширених в масі максимально набухлих гумінових кислот та їх солей. Вся ця маса просякнута великою кількістю води, в якій розчинені та дисперговані різні органічні речовини. У зв'язку з відмінностями ступеня розкладеності та зміни складу похідного матеріалу межі між утвореними покладами в одних випадках дуже чіткі, а в інших – зовсім не помітні чи розмиті. Значна увага приділена обезводненню, колоїдному стану речовин та бітумам торфовищ, в тому числі різних за походженням (гумусових, сапропелевих чи змішаних), де розглянуті процеси перетворення органічної речовини як протягом накопичення, під час та після перекриття торфовища мінеральною породою. Торф – більшою чи меншою мірою обводнений конгломерат бітумів, гумінових кислот та їх солей, різних інших продуктів розкладання рослинного матеріалу і не встигнувших, ще розкластися частин рослин (листя, стебел, коріння тощо), вміщуючих лігнін і целюлозу. В роботі не приведений кількісний вміст гумінових кислот для торфів, оскільки, на думку автора, він змінюється в широкому діапазоні і по суті не характеризує дану стадію.

Характеристика буровугільної стадії також проведена для всіх підстадій 1Б – 3Б та перехідної БД. Буре вугілля на відміну від торфів, на думку автора, не має не змінених рослинних решток з целюлозою та іншими вуглеводнями; на відміну від кам'яного вугілля вони мають кислий характер всіх своїх головних складових частин завдяки присутності карбоксильних груп: кислі бітуми, гумінові кислоти і залишкове вугілля. Кислий характер пояснюється тим, що процеси декарбосилування кислот, вміщених в цьому вугіллі, або зовсім не починалися, або почалися і не закінчилися. На характер бурого вугілля і ступінь його збагачення вуглецем головний вплив мало походження похідного органічного матеріалу та умови його перетворення, якщо змінювалися умови в одному й тому ж пласті пачки вугілля різного характеру і різного ступеня збагаченню вуглецем; явище метаморфізму в таких випадках не відіграло жодної ролі. Також Л.Г. Стадников зазначає, що вивчення бурого вугілля, яке зберігає деревину з річними кільцями, виключає будь-яку можливість прийняття целюлозної теорії походження вугілля. Буре вугілля – це суміш гумінових кислот, що витягується водним лугом при звичайному тиску або в автоклаві, або в розчинних у водяних лугах продуктах окиснення полімеризаторів жирних кислот, їх солей, ангідридів кислот, продуктів часткового декарбосилування гумінових кислот і кислих бітумів.

Для стадії кам'яного вугілля виділено значну кількість видів, як і для торфів та бурого вугілля, що характеризують їх походження (гумусове, сапропелеве чи змішане) та зміни щодо ступеня вуглефікації. Значна увага приділена характеристиці окремих компонентів вугілля. Оскільки для кам'яного вугілля головним складовим компонентом, здебільшого вугілля є вітриніт, то його вивченню приділена значна увага. На думку автора монографії [13], на даний момент немає можливості вважати остаточно вирішеним питання про природу структур, що визначена у різних вітринітах. Зрозуміло, що структури кутикул і деревини, визначених у вітриніті при звичайному збільшенні, мають звичайну форму, не викликають сумніву в своєму походженні, але вони не вирішують питання походження основної маси вітриніту, як і походження основної маси жирних (сапропелітових) кенелей, потрапивших в них спор вищих рослин. Однак не зрозуміло, чи

є структура, визначена у вітринітах після травлення шліфів при великому збільшенні, структурою рослинної тканини, чи структурою колоїду. На думку Л.Г. Стаднікова, визначена структура – структура гелю (вітриніту), тобто ще залишається не доведеним неіснування в природі вітринітів без рослинно-анатомічної структури. Охарактеризований петрографами, зокрема М. Стопс, безструктурний вітриніт викликає сумнів, що має анатомічну будову рослинних тканин, а на думку автора монографії [13], можливо, можна вважати дані структури – колоїдними. Кам'яне вугілля, на погляд автора, являє собою продукт глибокого декарбоксилювання всіх кислот, притаманних буровугільній стадії, та дегідрогенізації продуктів полімеризації жирних кислот; вони не реагують із слабким розчином їдкою лугу не тільки при нагріванні до кипіння, але і в автоклаві при 25 атм.

Умови накопичення на дні в глибоких водоймах, як головні, вказані автором, умови накопичення (осідання планктону та привносу рослинного матеріалу), збереження та зміни органічних речовин, не можна вважати безсумнівними. Але значний матеріал скрупульозного дослідження кожної окремої стадії й до сьогодні залишається актуальним, як і питання про структурний та безструктурний вітриніт. Слід відмітити, що, досліджуючи можливі хімічні процеси ще на стадії торфоутворення і торфонакопичення, автор не звертає уваги на газ, навіть на вуглекислий і метан, і на мінеральні домішки та їх можливу й важливу роль у цих процесах.

Походження нафти також пояснюється як процес гідрогенізації змішаного сапропелево-гумусового матеріалу. Відзначається, що утворення нафтенів і ароматичних вуглеводнів можливе тільки за умови існування відповідних циклічних утворень в первинній нафті, яка в подальшому зазнавала гідрогенізації. Автор звертає увагу на те, що подібні циклічні вуглеводні визначені також при гідрогенізації напівкоксу із бурого вугілля.

На думку Л.Г. Стаднікова [13], питання про походження вугілля і нафти мають вирішуватися на основі досягнень всього природознавства, вчення про перетворення органічних речовин протягом геологічного часу.

В монографіях В.Б. Порфір'єва [9, 10] зібрані найбільш важливі дослідження з фундаментальних проблем зміни викопної органічної речовини шляхом її природного перетворення за вугільним та нафтовим циклами. Визначені напрями та процеси міграції нафти та природного газу в промислові поклади. Перший том монографії [9] присвячений вивченню речовини з позиції біогенної теорії походження каустобіолітів, а в другому томі [10] чітко сформульоване та обґрунтоване на значному матеріалі досліджень абіогенне походження нафти.

В монографіях Бондаря А.Д. [3] та А.Д. Бондаря, Ю.Я. Томчука [2] в визначенні критерію оцінки достовірності походження горючих корисних копалин обрано теорію конвективно-дифузійного руху газоподібних вуглеводнів у неоднорідних пористих середовищах, у відповідності з якою повинна спостерігатися дифузійна диференціація ізотопів вуглецю легких вуглеводнів. Газоподібні вуглеводні, які рухаються із глибоких надр, не тільки накопичуються в пастках, утворюючи газові чи газоконденсатні поклади, але й впливають на стан захороненої біогенної органічної речовини, завдяки механохімічним процесам може відбуватися їх взаємодія з нею а також слугують кормом для метанотрофних бактерій, що приводить до залучення в цей процес як біогенного, так і абіогенного вуглецю. Відповідно не тільки рідкі вуглеводні, але і вугілля можуть включати в себе як абіогенний, так і біогенний вуглець. На думку авторів, є можливість поєднати два протилежні уявлення про походження горючих копалин – біогенне та абіогенне, причому пріоритетна роль належить все-таки абіогенним факторам. В осадовій товщі вплив дифузії чітко виявляється на глибинах, переважно до 3000 м, а в інтрузії, що охолоджується, – після закінчення ізотопного обміну. Проходження ізотопного обміну, а також хімічної взаємодії вуглецьвміщуючих компонентів у процесі утворення горючих копалин в осадовій товщі при порівняно невисоких температурах зумовлені механохімічними ефектами. Це здійснюється на фоні вуглеводнево-водневого газового потоку, який спричиняється розкладанням гідридів різних елементів в глибоких надрах

відповідно до гіпотези одвічно гідридної Землі. В утворенні горючих копалин на глибинах до 500–1000 м велике значення мають метанотрофні мікроорганізми, які існують в анаеробному середовищі, асимілюють метан, збільшуючи вміст конденсованої органіки в покладах і породах, а також приводять до спотворення віку торфу при його радіонуклідному датуванні. Внаслідок всіх цих факторів біоорганічна речовина, яка взаємодіє з абіогенними вуглеводнево-водневими газами, через стадію торфу і бурого вугілля може перетворитися в кам'яне вугілля або нафту. При цьому можливі поклади нафти суто абіогенного або змішаного, а вугілля – біогенного, змішаного і абіогенного генезису.

Особливо важливою є робота В.О. Краюшкіна [7] про абіогенно-мантіїний генезис нафти. На підставі значного матеріалу майже по всіх регіонах планети встановлені поклади нафти у кристалічних породах. У монографії обґрунтовано, що єдиним напрямом можливої міграції у визначених родовищах є рух вгору, тобто тріщинами кристалічного фундаменту, в якому також можуть розміщуватися пастки для їх акумуляції.

Варто звернути увагу на роботу Н.Г. Доленка [4], де розглядається теорія походження нафти та газу, їх міграція та акумуляція в покладах. Наводяться аналіз осадово-міграційної теорії походження нафти та газу, а також теорії їх мінерального синтезу в умовах астеносфери мантії Землі. Його аналіз ґрунтується на результатах отриманих даних гідрогеохімічних, термобарогеохімічних, вулканологічних досліджень та матеріалах глибинного морського та континентального буріння.

Отже, в основу більшості досліджень покладено біогенну теорію походження торфів та вугілля, розглядаються переважно хімічні та геохімічні реакції двох компонентів, виключаючи взаємозв'язок з мінеральними розчинами (як не суттєві) [1, 5, 6, 8, 13] та газовий режим у період торфонакопичення. Дослідження Л.Г. Стадникова [13] звертають увагу на неможливість хімічних змін для переходу між різними стадіями вуглефікації, визначаючи їх різновиди на кожній стадії та їх подібні аналоги в наступних більш метаморфізованих стадіях. Наголошується на відносно невисоких температурах при перетворенні органічних речовин. Про невисоку температуру при утворенні вітриніту говорять у своїх дослідженнях М.О. Ігнатченко, Л.Б. Зайцева, А.В. Іванова [5, 6]. І.І. Аммосов, Тан Сю-і [1], Е. Штах та ін. [8] визначають компоненти вугілля їх походження з позиції актуалізму, що є, на їх думку, беззаперечним. А.Д. Бондар, Ю.Я. Томчук [2, 3] доводять можливість біогенного, змішаного і абіогенного походження вугілля, вказуючи на значний вплив вуглеводнево-водневого підтоку. На нашу думку, це не суперечить визначенню умов формування вугілля при низьких температурах і тиску на основі процесів хімічної взаємодії між органічною і мінеральною речовиною.

Висновки. Перспективи подальших досліджень. Значний матеріал різнонаправлених досліджень, накопичений за тривалий час вивчення каустобіолітів, не дає можливості визначити їх біогенне чи абіогенне походження.

Для визначення умов механізму накопичення та збереження органічної речовини до перекриття торфовища мінеральними осадами потрібно об'єднати всі існуючі напрямки вивчення. Маючи базу напрацювань у різних напрямках дослідження вугільних покладів та окремих його компонентів, слід з'ясувати можливості впливу вуглеводнево-водневого підтоку на їх формування. Визначити особливості накопичення, перетворення, збереження, захоронення та постгенетичних процесів органічної речовини вугленосних покладів різного ступеня діагенезу, метаморфізму, катагенезу та метагенезу. Встановити роль вітриніту та вітринізованих компонентів у формуванні вугільних та нафтових покладів. З'ясувати значення біомаркерів для встановлення генезису та походження покладів вуглеводнів (вугільних, вуглегазових, нафтогазових та газових).

1. Аммосов И.И., Тан Сю-и. Стадии изменения углей и парагенетические отношения горючих ископаемых. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 119 с.
2. Бондарь А.Д., Томчук Ю.Я. Дифференциация изотопов углерода – ключ к решению проблемы генезиса горючих ископаемых. – Харьков: ТО Эксклюзив, 2002. – 97 с.

3. *Бондарь А.Д.* Изотопы углерода в геохимии горючих ископаемых. – Харьков: ТО Эксклюзив, 2004. – 92 с.
4. *Доленко Н.Г.* Происхождение нефти и газа и нефтенакпление в земной коре. – Киев: Наук. думка, 1986. – 136 с.
5. *Игнатченко Н.А., Зайцева Л.Б.* Петрография бурых углей Днепровского бассейна и их битуминозность. – Киев, 1981. – 60 с. – (Препр. / АН Украины. Ин-т геол. наук; 81–25).
6. *Игнатченко Н.А., Зайцева Л.Б., Иванова А.В.* Петрология углей карбона Днепровско-Донецкой впадины. – Киев: Наук. думка, 1979. – 134 с.
7. *Краюшкин В.А.* Абиогенно-мантийный генезис нефти. – Киев: Наук. думка, 1984. – 176 с.
8. *Петрология углей / Штах Э., Маковски М.-Т., Тейхмюллер М. и др.* – М.: Мир, 1978. – 554 с.
9. *Порфирьев В.Б.* Природа нефти, газа и ископаемых углей. Избр. тр.: В 2 т. Т. 1. Нефть и уголь – каустобиолиты. – Киев: Наук. думка, 1987. – 224 с.
10. *Порфирьев В.Б.* Природа нефти, газа и ископаемых углей. Избр. тр.: В 2 т. Т. 2. Абиогенная нефть. – Киев: Наук. думка, 1987. – 216 с.
11. *Раковский В.Е.* Теории и факты в области происхождения торфов // Химия и генезис твердых горючих ископаемых. – М.: Изд-во АН СССР, 1953. – С. 44–54.
12. *Соколов В.Л., Арефьев О.А., Гуляева Н.Д. и др.* Катагенез органического вещества и газообразование по экспериментальным данным // Сб. Исследования органического вещества современных и ископаемых осадков. – М.: Наука, 1976. – С. 309–316.
13. *Стадников Л.Г.* Происхождение углей и нефти. – М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1937. – 611 с.
14. *Узюк В.И., Игнатченко Н.А.* Микроструктуры витринизированных тканей растений (средний карбон Донбасса). – Киев: Наук. думка, 1985. – 100 с.
15. *Федущак М.Ю.* Основные черты стадийного преобразования органического вещества углей неогена Украины // Геология и геохимия горючих ископаемых. – 1985. – Вып. 68. – С. 80–86.

Ин-т геол. наук НАН України,
Київ
E-mail: vnata09@meta.ua

Стаття надійшла:
31 серпня 2011