

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Іванової Аріадни Вікторівни «Генезис і еволюція солоного вугілля України та проблеми його освоєння», що представлена на здобуття наукового ступеня доктора геологічних наук за спеціальністю 04.00.01 – Загальна та регіональна геологія.

Дисертаційна робота Іванової А.В. виконана у відділі геології вугільних родовищ Інституту геологічних наук НАН України, науковий консультант – доктор геол.-мін. наук, академік НАН України **Гожик Петро Феодосійович**, директор Інституту геологічних наук НАН України.

Автором роботи пропонується нова наукова концепція засолення органічної речовини вугілля в стадію седиментодіагенезу, оскільки утворення солоного вугілля - закономірний наслідок певних умов геологічного минулого Землі, зокрема періодів активізації ендегенних процесів. Ґрунтуючись на сучасному вивченості вугільних родовищ і басейнів, можна виділити геологічні обстановки, що призводять до збагачення торфовищ натрієм і хлором. У паралічних басейнах, вугленосні відклади яких утворюються в прибережно-морських і лагунових умовах седиментації, джерелом засолення була морська вода. Родовища солоного вугілля відомі у відкладах усіх систем - від карбону до неогену. Вони відомі у Доно-Дніпровському прогині (вугілля Донбасу), у Переддобруджинському прогині (еоценових торфовища) та в інших регіонах. При метаморфізмі у солоному вугіллі дещо зменшується вміст натрію.

Ці положення роботи мають значне теоретичне та практичне значення. Вони являються в значній мірі новими та важливими, оскільки характеризують застійний та мало мобільний геохімічний режим від седиментації до метаморфізму вугленосних та вміщуючи їх товщ.

Актуальність даної роботи не викликає сумнівів. Неухильне зростання обсягів застосування як енергоносія вуглеводневої сировини й загострення проблеми забезпечення України енергетичними ресурсами викликає необхідність заміни вуглеводнів вітчизняним вугіллем. Напрямок досліджень відповідає «Загальнодержавній програмі розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року», за якою «вугілля в Україні - єдина енергетична сировина, запасів якої потенційно достатньо для забезпечення енергетичної безпеки держави. Видобуток вугілля і його переробка в готову вугільну продукцію на прогнозований період залишається основним джерелом забезпечення потреб України в енергоносіях». Геологічні запаси вугілля дозволяють задовольнити потреби національної економіки, зокрема теплової енергетики, промисловості й комунального господарства. Разом з тим, скорочення ресурсів паливно-енергетичної сировини поряд з ускладненням умов її розробки обумовлює необхідність залучення в експлуатацію нових вугільних родовищ, у тому числі так званого солоного вугілля.

Крім того, запропонована та обґрунтована автором концепція засолення органічної речовини вугілля в стадію седиментодіагенезу дозволяє ефективно вирішувати цілий ряд різних геологічних завдань, що свідчить про наукову цінність роботи, що захищається.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконувалася відповідно до планів науково-дослідних робіт відділу геології вугільних родовищ Інституту геологічних наук НАН України по темах: «Изучить геологические и геохимические особенности углей Донбасса с высоким содержанием щелочей с целью подготовки рекомендаций производственным организациям» (№ держ. реєстрації 79076294, 1979-1981 рр.); «Палеотектонические и палеогеографические условия формирования угленосных

образований території УССР» (№ держ. реєстрації 39-86-201/8); «Історико-генетичні особливості етапів вуглеутворення в геологічній структурі України» (№ держ. реєстрації 0298U001754); «Етапи утворення вуглецевих формацій в геологічних структурах України та суміжних територій» (№ держ. реєстрації 0109U001078); «Геодинаміка вугленосних формацій України» (№ держ. реєстрації 0114U000548).

Мета досліджень – обґрунтувати положення, що формування солоного вугілля, яке є закономірним наслідком геологічного минулого Землі, пов'язане зі стадією седиментодіагенезу, а його подальша еволюція визначається постдіагенетичними процесами.

У зв'язку із цим було доцільно розв'язати наступні завдання:

- на підставі аналізу фізико-хімічних властивостей торфів і вугілля виділити стадію перетворення органічної речовини, найбільш сприятливу для його засолення;
- встановити роль геодинамічних (геотектонічних) умов у формуванні вугленосних формацій, що містять вугілля з певним речовинно-петрографічним складом, у тому числі солоне;
- визначити рівень геодинамічної й геотермічної активності регіону в період формування досліджуваних вугленосних формацій;
- виявити роль постдіагенетичних процесів, у першу чергу метаморфізму, на розсолення вугілля.

В зв'язку з тим, що спрямованість цих досліджень у значній мірі визначається практичними вимогами використання солоного вугілля, було необхідно:

- оцінити, виходячи з аналізу форм зв'язку натрію й хлору з органічною речовиною бурого й кам'яного вугілля, доцільність застосування тих або інших методів знесолення.

Об'єктом дослідження є вугленосні формації, що містять солоне вугілля.

Предмет дослідження – генезис і трансформація солоного вугілля під впливом постдіагенетичних факторів.

Методи дослідження. Вугілля родовищ вивчалось петрографічними, хімічними й фізичними методами. Петрографічний склад вугілля із підрахунком мікрокомпонентів досліджувався в прозорих двостороннє полірованих шліфах і аншліфах у прохідному й відбитому світлі. Показники відбиття вітриніту визначені по 1827 аншліфах. Отримані дані використовувалися згідно з запропонованою автором методикою для проведення палеогеотермічних і палеотектонічних реконструкцій. Для встановлення характеристик вугілля із підвищеним вмістом натрію й хлору виконані технічний (по 635 зразках) і елементний (по 477 зразках) аналізи вугілля, водних витяжок (470 проб), визначення температури плавлення золи (102 проби) і її хімічного складу (310 проб). Переважна кількість досліджених зразків відноситься до кам'яновугільних відкладів Доно-Дніпровського прогину. Крім того, був узагальнений накопичений по розглянутих регіонах фондовий і літературний матеріал. Отримані дані комплексно оброблялися із залученням апарату математичної статистики для аналізу результатів дослідження й побудови ілюстративного картографічного матеріалу.

Наукова новизна одержаних результатів. Автором висунуто сім пунктів наукової новизни, які одночасно можна розглядати як наукові положення, що захищаються. Вони сформульовані достатньо чітко, з наведенням основного результату, тобто не декларативно, являючись найбільш важливими здобутками дисертаційної роботи:

1. Вперше на підставі комплексу показників, отриманих при аналізі геологічної будови досліджуваних об'єктів, фаціальних умов торфонакопичення,

фізико-хімічних властивостей торфів і вугілля, петрохімічних характеристик вугілля, обґрунтовується концепція седиментодіагенетичного засолення вугілля.

2. Обґрунтовано положення, що основним джерелом засолення кам'яновугільних торфовищ палеозойських прогинів України, включаючи ДДз, де розвинена соляна тектоніка, була морська вода.

3. Одержало подальший розвиток уявлення про роль постседиментаційних перетворень, зокрема метаморфізму, у знесоленні вугілля при відповідному тектонічному режимі, що визначає фізичні й реологічні властивості вугілля й гідрогеологічні умови вуглепородного масиву, які забезпечують винос продуктів метаморфізму, що виділяються з вугілля.

4. Обґрунтовано положення, що солоне вугілля не є випадковим утворенням різного генезису, і його формування – закономірний підсумок певних умов, що мали місце в геологічній історії таких регіонів, як Складчастий Донбас, ДДз, Львівсько-Волинський басейн, Переддобруджинський і Закарпатський прогини, в яких солоне вугілля встановлено вперше.

5. Вперше з позицій концепції седиментодіагенетичного засолення вугілля і його еволюції під дією метаморфізму та зміни тектонічного положення вуглепородного масиву підтверджена точка зору про інверсію Донбасу на рубежі С-Р (уральської фази тектогенезу).

6. Обґрунтовано положення, що ранньопермський евапоритовий басейн Доно-Дніпровського прогину є десцендентно-седиментаційним, одним із джерел надходження солей у який була товща вугленосних відкладів карбону, що руйнувалася.

7. Вперше акцентується увага на тій принциповій обставині, що буре й кам'яне вугілля вимагають різного підходу при розробці методів їх знесолення, тому що натрій, що міститься в них, має з органічною речовиною різні форми зв'язку – у бурому вугіллі переважає натрій у складі гуматів, у кам'яному вугіллі превалює натрій у водорозчинній формі у вигляді іонів.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, їх достовірність. Достовірність наукових положень і висновків базується на значному обсязі фактичних даних, що характеризують об'єкти досліджень, а також на застосуванні сучасних методів інтерпретації результатів. Вони підкріплені необхідними результатами лабораторних досліджень, даючи вичерпну інформацію по темі дисертації.

Практична цінність досліджень. Виходячи з концепції седиментодіагенетичного засолення вугілля можна встановлювати палеогеографічні умови торфонакопичення, прогнозувати наявність солоного вугілля у тому або іншому регіоні або геологічній формації, корелювати геологічні події, уточнювати історію геотектонічного розвитку вугленосних басейнів, розраховувати сольовий баланс евапоритових басейнів та ін.

Всебічне вивчення властивостей солоного вугілля, критичний аналіз його класифікаційних характеристик, методів використання й збагачення дозволили авторові рекомендувати найбільш об'єктивні, з його погляду, оціночні параметри й загострити увагу на специфіці умов виділення з вугілля натрію й хлору, а також на різних формах зв'язку натрію з органічною речовиною бурого і кам'яного вугілля, що має принципове значення при розробці методів його знесолення.

Ступінь апробації результатів. Апробацію отриманих в роботі результатів виконано на належному рівні. Публікації і основні положення дисертації, в яких оприлюднені результати досліджень, викладені в 69 наукових роботах, з них 9 монографій, 24 у фахових виданнях України та 5 статей у наукових періодичних виданнях інших держав із напрямку, з якого підготовлена дисертація, і що входять до переліку науково-метричних баз. Крім того,

оприлюднені 29 тез і доповідей на вітчизняних і міжнародних конференціях і з'їздах; отримано 3 авторських посвідчення. Ці праці повністю узгоджуються із змістом дисертації та більш детально і різнобічно розкривають окремі її положення та здобутки.

Дисертація складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел та трьох додатків. Викладена на 336 сторінках друкованого тексту, ілюстрована 59 малюнками і 47 таблицями. Список використаних джерел складається з 412 найменувань.

Основний зміст роботи. У вступі чітко і лаконічно охарактеризовані актуальність теми дисертації, вибір матеріалу і методів дослідження, сформульовані мета й завдання дослідження, визначена наукова новизна й практична цінність отриманих результатів.

Розділ 1 «Основні етапи розвитку наукової думки при вивченні геологічної будови родовищ і властивостей солоного вугілля».

У розділі надана ретроспектива історії вивченості вугілля із підвищеним вмістом натрію й хлору, родовища якого відомі як в Україні, так і за рубежом. Розглянуті родовища вугілля з підвищеним вмістом натрію і хлору Австралії, США, Великобританії, Німеччини, Польщі, Чехії, Іспанії, Росії, тощо. В результаті було виявлено: солоним є вугілля паралічних басейнів, районів розвитку галогенних порід і проявів інтенсивної вулканічної та поствулканічної діяльності; натрій і хлор концентруються переважно у вітриніті; буре вугілля містить натрій переважно у вигляді гуматів; кам'яне вугілля – у вигляді водорозчинного натрію, що перебуває часто в стехіометричному співвідношенні з хлором; вміст натрію і хлору падає в міру збільшення ступеня вуглефікації. Хоча ці елементи зберігаються і у вугіллі високого ступеня вуглефікації.

Розділ 2 «Геотектонічні й геотермальні умови формування вугленосних формацій». У розділі розглядається геоструктурне положення, геотектонічні й геотермічні обстановки, умови торфонакопичення і формування речовинно-петрографічного складу кам'яного вугілля Доно-Дніпровського, Львівського й Переддобруджинського палеозойських прогинів, а також бурого вугілля палеоген-неогенового віку. Констатується, що режим геодинамічного розвитку палеозойських прогинів України визначив утворення карбонових вугленосних відкладів паралічного типу, де основним джерелом засолення була морська вода. Джерелом надходження натрію та хлору в міоценові торфовища Нижньопрутського виступу Переддобруджинського прогину та еоценові торфовища Верхньодніпровського родовища Дніпробасу була морська вода. Основним джерелом засолення торфовищ Ільницького родовища Закарпатського прогину продукти вулканічної діяльності.

В Розділі 3 «Умови формування солоного вугілля» розглянуті геолого-генетичні й петрохімічні фактори засолення торфовищ, які геохімічно інтерпретуються як доказ накопичення в них натрію й хлору в стадію седиментодіагенезу, і форми хімічного зв'язку натрію й хлору з органічною речовиною вугілля. Аналізуючи фаціальні умови накопичення вугленосних відкладів палеозойських прогинів України і палеоген-неогенових буровугільних родовищ Переддобруджя і Верхньодніпровського родовища і фізико-хімічні властивості торфів автор доводить, по-перше, що стадія седиментодіагенезу найбільш сприятлива для засолення органічної речовини у зв'язку з її високою реакційною здатністю й оптимальними умовами для контактування й взаємодії із хімічними елементами, що надходять; по-друге, що морська вода була основним джерелом надходження натрію й хлору в торфовища вище зазначених регіонів, в тому числі і Дніпровсько-Донецької западини, де розвинена соляна тектоніка.

Розділ ілюструється численним графічним матеріалом, що ґрунтується на обробці фактичних даних методами математичної статистики. Автором доведено, що факти, отримані при аналізі геологічної будови, фаціальних умов накопичення вугленосних відкладів і їх геохімічних особливостей, узгоджуються з уявленнями, які ґрунтуються на концепції засолення в стадію седиментодіагенезу.

У розділі 4 «Роль постдіагенетичних процесів в еволюції солоного вугілля» обґрунтовується положення, що при метаморфізмі, що веде до перетворення молекулярної й надмолекулярної структури речовини вугілля, при відповідному тектонічному режимі, що визначає фізичні й реологічні властивості вугілля й гідрогеологічні умови вуглепородного масиву, відбувається втрата натрію в хлоридній і гуматній формах. Констатується, що гідрогеологічна обстановка сприяє або збереженню солей в умовах застійного режиму, або знесоленню в умовах активного водообміну. Доведено, що знесолення вугілля Донбасу під дією метаморфізму й наступної інверсії призвело до виділення значної кількості солі, що поповнила ранньопермський евапоритовий басейн, який треба вважати десцендентно-седиментаційним.

У розділі 5 «Проблеми й перспективи освоєння солоного вугілля» розглядаються роль сполук лужних металів в утворюванні золових відкладів на поверхнях нагрівання котлоагрегатів, корозійні властивості солоного вугілля, хіміко-технологічні критерії класифікації вугілля по солоності й перспективи його використання. Автор подає критичний аналіз запропонованих методів використання та знесолення вугілля й приходить до висновку, що на даному етапі вивчення солоного вугілля не запропоновано промислових екологічно прийнятних технологій його освоєння і методів очищення для одержання облагородженого палива.

Всі розділи складаються в логічну схему дисертації, тісно пов'язані між собою та вирішують поставлені автором наукові завдання.

Ці висновки дисертантки є в значній ступені новими та цікавими і для нас, оскільки ми в свій час оцінювали термодинамічні умови формування коксуючого вугілля Донбасу, переважно антрацитів, для виявлення причин аварій в глибоких шахтах /Белевцев Р.Я. та інші, 2009/. Це вугілля на глибині 1250 м з шахти ім. Засядько вміщує 5-30% газових включень, в тому числі метану та етану, які виділяються при гірничодобувних роботах і складають небезпеку. Втім, при цьому також була визначена температура формування вугілля по розподілу нікелю та кобальту у піриті та піротині з включень сульфідів у вугіллі. Ця температура складає 150°C (по кобальту) та 300°C (по нікелю).

Крім того, можна оцінити термодинамічні умови деяких важливих мінеральних реакцій при метаморфізмі вугленосних відкладів, наприклад, глинистих порід, які звичайно є важливими для оцінки фаціальних умов метаморфізму. Особливо це важко для низькотемпературних процесів. Наприклад, по наявності в них каолініту та пірофіліту. Для глинистих сланців каолініт заміщується пірофілітом при температурі 100-150°C та зменшенні об'єму твердих фаз, тобто при збільшенні загального тиску, який компенсується збільшенням температури та тиском водної пари. Тобто антрацит формується за рахунок торфу при збільшенні ступеня метаморфізму при зростанні температури (до 200-300°C) та загального тиску.

Треба зауважити авторів, що звичайно метаморфізм є ізохімічним процесом, лише з виділенням газів. Тому менший вміст натрію в антрациті в порівнянні зі звичайним торфом, скоріш відбувався при процесі літогенезу органічних речовин при значній потужності товщ, які дещо слабко реагують з морською водою, ніж звичайний торф з малою потужністю його товщі.

Тому низький вміст натрію у вугіллі є скоріш за все первинним і за даними А.В.Іванової можна по вмісту натрію оцінювати первинну міцність пластів органічної речовини, та розмір їх засолення..

На фото показані газові включення в антрациті по статті Белевцева Р.Я. и др., 2009 (Белевцев Р.Я., Спивак С.Д., Блажко В.И., Питаленко Е.И., Бондаренко И.Н., Лазаренко Е.Е., Демихов Ю.Н. Термодинамика диагенеза и катагенеза коксующихся углей Донбасса (к причинам аварий в глубоких шахтах) // Геохимия и рудообразование, Киев, № 27, 2009. – Киев. – С. 106-112.



Фото под бинокляром плоскости, перпендикулярной напластованию углей с глубины 1250 м, шахта им. Засядько. Ув. в 25 раз (четыре большие деления линейки равны 1 мм). В верхней части снимка в пределах светлого («антрацитового» прослоя) располагаются круглые или эллиптические сечения крупных включений газов: O_2 , CO_2 , CH_4 и других, которые деформированы косыми тонкими трещинками; размер этих включений - 0,05-0,15 мм в поперечнике, площадь включений 10-20 %. В нижней части снимка расположен маломощный прослой (0,5-0,6 мм мощности), переполненный мелкими включениями (0,015-0,05 мм) округлой и неправильной формы с тонкой кливажной трещиноватостью, параллельной напластованию; включения занимают 20-30% площади прослоя.

Таким чином, в роботі А.В.Іванової викладено багато нових та цікавих результатів наукових досліджень по генезису солоного вугілля, які опубліковані у 70 наукових працях. Ця робота дає значний науковий та практичний внесок і в цілому заслуговує позитивної оцінки, а сама А.В.Іванова заслуговує присудження їй наукового ступеня доктора геологічних наук по спеціальності 04.00.01 – загальна та регіональна геологія.

Зав. Відділом термодинаміки геосфер
ДУ «ІГНС НАН України»,
Член-кор. НАН України, професор,
Доктор геол.-мін. наук

Белевцев Р.Я.

21.11.2016 р.

Підпис Р.Я.Белевцева засвідчую:
Вчений секретар ДУ ІГНС НАН України
Кандидат геол.-мін. наук



Бородіна Н.А.

22.11.2016 р.