

УДК 622.411.332:533.17

## ГЕОМЕХАНІЧНИЙ ТА ГЕОТЕРМІЧНИЙ ВПЛИВ, ЯК ГОЛОВНІ ЧИННИКИ СТРУКТУРНИХ ТРАНСФОРМАЦІЙ ВУГІЛЬНОЇ РЕЧОВИНИ

**Бурчак О. В.**

(ІГТМ НАНУ, м. Дніпропетровськ, Україна)

*Показаны основные факторы и условия, определяющие процессы структурных трансформаций органического вещества каменных углей с выделением метана в процессе метаморфизма.*

*Basic factors and terms determining the processes of structural transformations of organic matter of coals with the release of methane in the process of metamorphism are shown.*

Потужні зусилля науковців різних країн в останні десятиліття не дали вичерпної інформації про природу та умови структурних трансформацій які відбуваються у вугільній речовині в процесі метаморфізму. А від так, залишається не визначеним питання походження метану вугільних пластів, кінетики процесів та обсягів газоутворення. Не маючи чітких уявлень про походження вугільного метану, не можна прогнозувати його запаси та розробляти способи промислового видобутку. Тож наукові дослідження пов'язані з проблемами видобутку газоподібних енергоносіїв залишаються в Україні дуже актуальними.

**Метою представлених досліджень** було вивчення чинників, що впливають на процеси трансформації молекулярної структури вугільної речовини з виділенням метану, та визначення підходів до оцінки газогенераційного потенціалу твердих горючих копалин.

**Аналіз питання.** Під терміном метаморфізм [1] розуміють структурні та хімічні зміни в органічній речовині кам'яного ву-

гілля, такі як підвищення вмісту вуглецю та зниження вмісту водню, кисню, та інших гетероатомів. Наслідки цих перетворень чітко простежуються по сучасних марках вугілля.

Сучасний марочний склад покладів кам'яного вугілля Донбасу формувався на протязі усієї історії розвитку родовища. В залежності від етапу розвитку басейну термодинамічні умови, вплив геотермічного та геомеханічного факторів, змінювався. Головним чинником углефікації вважається температура (теплові потоки з надр Землі), а структурні трансформації речовини, що відбулися в наслідок геомеханічних навантажень в періоди активізації тектонічних фаз, спостерігаються на фоні геотермічного впливу [2].

Розглянемо зміну термодинамічних умов в масиві за геологічну історію на прикладі вугільного пласта  $l_4$  у Донецько–Макіївському районі Донбасу (рис. 1). (При побудові графіка були використані результати досліджень М. В. Лопатіна, та М. Л. Левенштейна [3, 4]). Пласт  $l_4$  простежується по всій території басейну, розробляється (або розроблявся) в різних геолого-промислових районах і представлений усіма марками кам'яного вугілля та антрацитами.

На першому етапі пласт  $l_4$  в цьому геолого-промисловому районі занурювався на глибину до 6-7 км и підпадав під вплив температури  $\approx 120^\circ \text{C}$ . Цей період розвитку басейну вважається головним етапом углефікації. В подальшому, під час інверсії та на сучасному етапі геотермічний чинник послаб, а на його фоні проявлявся вплив геомеханічного чинника. Сучасний стан вкопної органічної речовини є наслідком сумарної дії цих двох чинників за весь час розвитку вугільного родовища.

Треба зауважити, що вугільний пласт є замкнутою термодинамічною системою яка обмінюється з породами, що вміщують вугілля, тільки тепловою та механічною енергією. У незайманому вуглепородному масиві інших чинників здатних істотно вплинути на енергетичний стан та молекулярну структуру вугілля немає.

Час не є термодинамічною функцією, тож його вплив враховується тільки опосередковано через сумарний енергетичний потенціал двох чинників, що впливають на масив [3, 5].

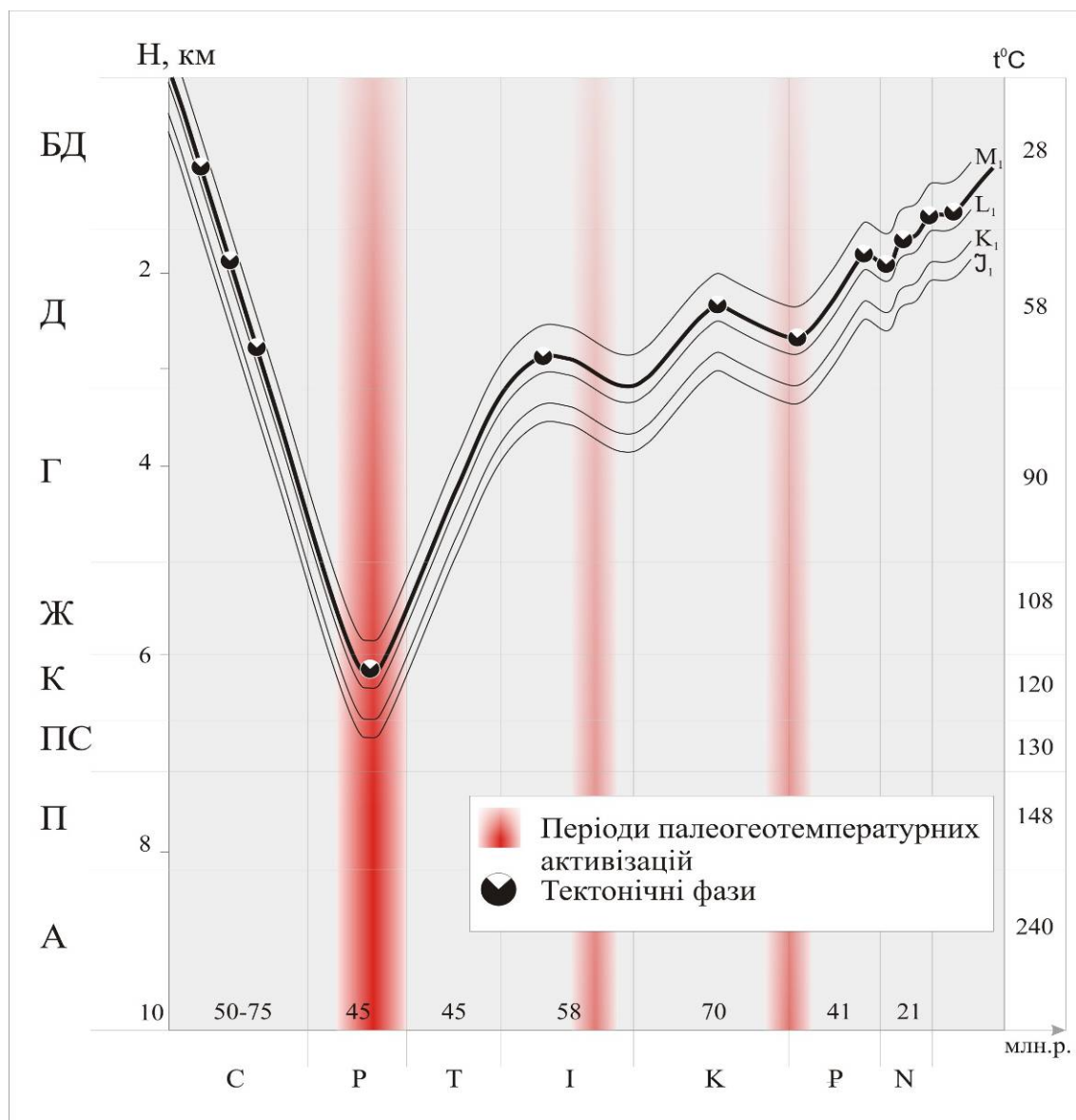


Рис. 1. Еволюція термодинамічних умов формування пласта  $l_4$  у Донецько-Макіївському районі Донбасу

Обравши за об'єкт досліджень пласт  $l_4$  можна, в даному разі, не брати до уваги також і вплив мацерального складу. Умови накопичення фітомаси були практично однакові на всій території басейну, тож органічна речовина в первинному стані була дуже близька за своїм елементним та хімічним складом, але після геотермічних та геомеханічних процесів, на всіх етапах розвитку газовугільного родовища, пласт  $l_4$  представлено вугіллям різного ступеня перетворень. Одним з головних показників стадії метаморфізму органічної речовини є вміст водню. При перетвореннях

викопної органіки від марки «Д» до марки «А» вугілля втрачає до 5 % водню по масі. На гістограмах (рис. 2) наведено залежність елементного складу вугільної речовини від термодинамічних умов його формування.

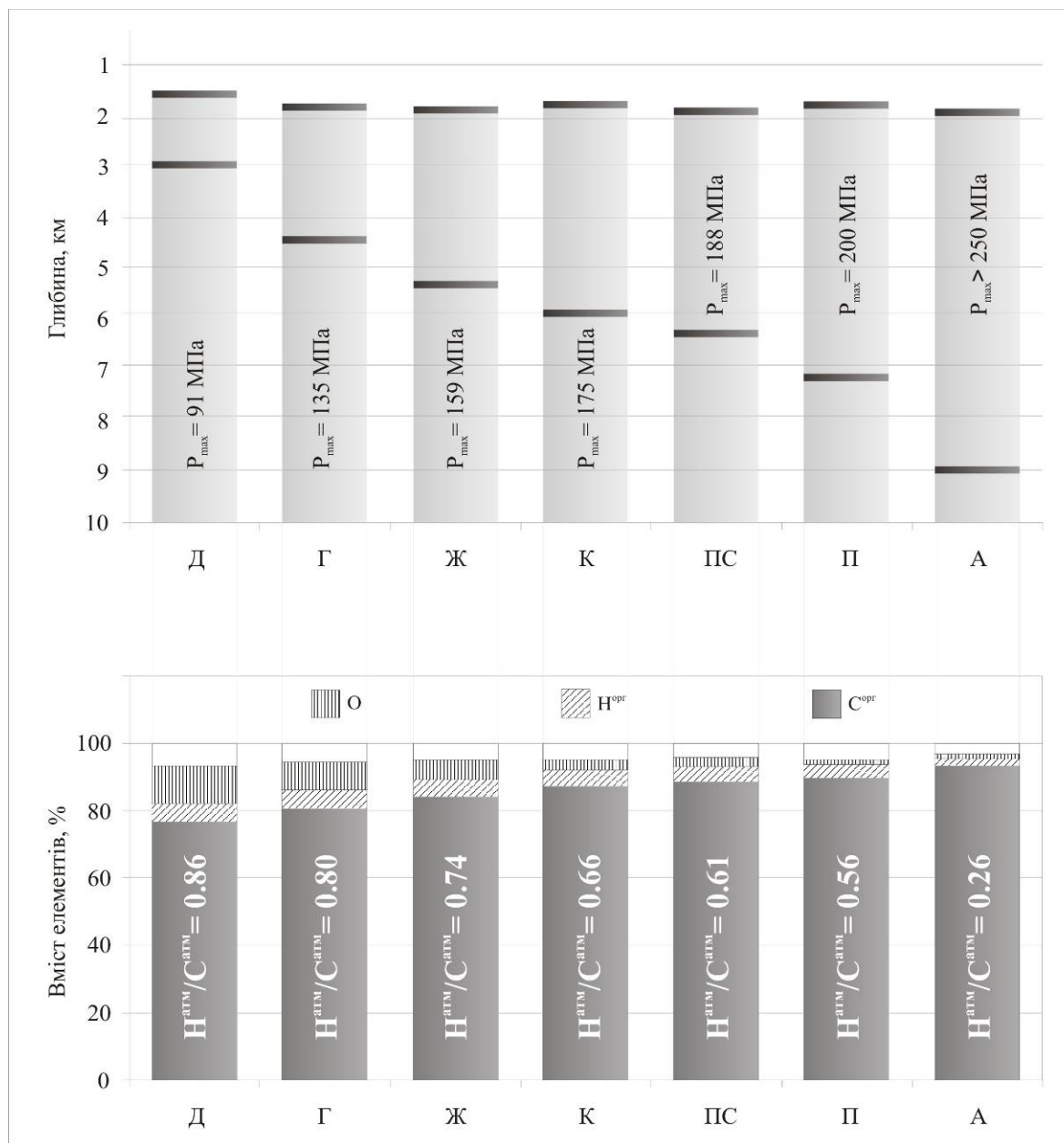


Рис. 2. Вплив термодинамічних умов на елементний склад органічної речовини у вугіллі

Зміна значення відношення  $H^{atm}/C^{atm}$  наочно демонструє наслідки структурних трансформацій, викликаних геотермічним та геомеханічним чинниками, у органічній речовині вугілля.

Водень може втрачатися високомолекулярними з'єднаннями вугілля тільки у вигляді стійких низькомолекулярних сполук:  $\text{CH}_4$  – метану, як найбільш стабільного вуглеводневого з'єднання, або  $\text{H}_2\text{O}$  (при наявності в речовині кисню, що спостерігається на ранніх стадіях метаморфізму). Гомологи метану та молекулярний водень теж реєструються серед шахтних газів, але їх сумарний вміст на порядок менший за вміст метану.

За розрахунками [6] один відсоток водню по масі дає приблизно  $60\text{-}65 \text{ м}^3$  метану ( $\text{CH}_4$ ). Таким чином, зменшення вмісту водню на 5 % по масі твердої речовини теоретично означає генерацію приблизно  $300\text{-}350 \text{ м}^3$  метану при утворення однієї тони антрациту. Ці цифри добре збігаються з даними інших фахівців [7] щодо метаногенерації на різних стадіях метаморфізму.

Утворений метан за відповідних геологічних умов може скупчуватись та утворювати родовища, або мігрувати насичуючи вуглепородний масив до денної поверхні де втрачається.

Таким чином, з точки зору геологічної науки маємо доведений факт – викопна органічна речовина, за певних термодинамічних умов, трансформується з виділенням великих обсягів метану. Але практично, в лабораторних умовах, процеси метаморфізму в повному обсязі і з тим же кінцевим результатом (генерація газів та структуризація залишку) відтворити не вдається. Від так перспектива рішення проблеми видобутку газоподібних енергоносіїв в Україні має бути пов'язана з дослідженнями складу органічної речовини на атомно-молекулярному рівні та енергетичного стану вугілля, тобто здатності вугілля до перетворень. Саме від складу та стану органічної речовини залежать обсяги можливої метаногенерації, яка на порядок перевищує сучасну метаноносність, що пов'язана з фізичними та сорбційними властивостями.

**Висновки.** Структурні трансформації вугільної речовини, наслідком яких є утворення метану, відбуваються під дією геотермічних та геомеханічних чинників.

Джерелом вугільного метану є викопна органічна речовина в концентрованому вигляді (вугільні пласти) та розсіяна органіка порід, що вміщують ці пласти. Інші джерела не мають суттєвого впливу на метаноносність.

Походження «нетрадиційного метану» пов'язане з «традиційною» викопною органічною речовиною в концентрованому та розсіяному виглядах. Перспективи видобутку промислових обсягів енергоносіїв залежать тільки від процесів метаногенерації.

### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Геологический словарь. – М.: Недра, 1973. – Т. 1. – 486 с.
2. Лопатин Н.В. Геологические факторы катагенеза углей / Н.В. Лопатин, Н.Х. Бостик // Природа органического вещества современных и ископаемых осадков. – М.: Наука, 1973. – С. 79 – 90.
3. Лопатин Н.В. Температура и геологическое время как факторы углефикации / Н.В. Лопатин // Известия АН СССР. – 1971. – Геол. серия.– № 3.– С. 95 – 106.
4. Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР. Угольные бассейны и месторождения юга Европейской части СССР / Под ред. И.А. Кузнецова, В.В. Лапушина, М.Л. Левенштейна и др. – М.: Гос. научн.-техн. изд-во лит. по геол. и охране недр. – 1963.– Т. 1. – 1209 с.
5. Стащук М.Ф. Термодинамика и ее применение в литологии / М.Ф. Стащук.– М.: Наука, 1985.– 221с.
6. Мюллер Р.Л. К вопросу о кинетике газовыделения в связи с проблемой метаморфизма угля / Р.Л. Мюллер, В.С. Попов // Журнал прикладной химии. – 1957. – 30, № 2. – 271 с.
7. Узіюк В.І. Метано-генераційний потенціал, сучасна газоносність Південно-Західного вугленосного району Львівсько-Волинського басейну і перспектива видобутку метану / В.І. Узіюк, С.С. Сокоренко, І.В. Шайнога // Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць Ін-т Геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України Дніпропетровськ, 2010. – Вип. 88. – С. 86 – 100.