

О. О. Орлов<sup>1</sup>, М. І. Євдощук<sup>2</sup>, Т. М. Галко<sup>3</sup>

## ПРОБЛЕМА ВИДОБУВАННЯ ВУГЛЕВОДНЕВИХ ЕНЕРГОНОСІЇВ ІЗ БІТУМНИХ СЛАНЦІВ І ВУГІЛЛЯ В УКРАЇНІ

(Рекомендовано чл.-кор. НАН України О. Ю. Лукіним)

Акцентируется внимание на необходимости учета органического материала, из которого образуются горючие полезные ископаемые нефтяного и угольного рядов, для планирования добычи углеводородных энергоносителей из битумных сланцев и угля. Приведены данные о распределении интенсивности теплового потока Земли и связи распределения нефтегазовых месторождений с участками их повышенных значений. Сделан краткий обзор информации о добыче газа и нефти из битуминозных толщ в США и Канаде. Приведены перспективные в газонефтеносном отношении объекты, где получили развитие битуминозные и угленосные толщи в Украине.

The article underline the importance of measurement the organic matter which is responsible for generation of oil and gas hydrocarbons for better planning the extraction of hydrocarbons from bituminous shale and coal. The article shows the distribution of Earth's thermal heat; relation of hydrocarbon fields with enhanced values of the thermal heat. The brief review of hydrocarbon extraction from bituminous layers in the USA and Canada was conducted; perspective from petroleum point of view the bituminous and coal layers of Ukraine was described.

Головною складовою бітумів є вуглець у хімічному сполученні з воднем. Початок утворення і концентрація вуглецю в земній корі відноситься до часу початку утворення і захоронення в осадовій оболонці земної кори в процесі седиментаційних етапів у чергуванні з проявами метаморфізму, що зумовило верствоподібну будову осадової оболонки земної кори. Початок утворення вуглецю в земній корі датується понад 2 млрд років, що відповідає архейському часу [2, 3, 21, 24].

Протягом останніх 30–35 років гірські породи, що утримують в собі дисперсно розсіяні бітуми, привертають все більше і більше уваги як потенційні джерела вуглеводневих носіїв. На даний час дисперсно розсіяні бітуми встановлені майже в усіх осадових відкладах від докембрійських до сучасних [23]. Знаходяться вони у різних літологічних субстанціях – від намулів, глин і аргілітів до метаморфізованих сланцюватих осадових утворень, а іноді і в класичних метаморфічних породах, а також інтрузивних літологічних різноманітностях [11]. Загальна величина розсіяних бітумів у земній корі дуже велика (за літературними джерелами –  $6 \cdot 10^{15}$  т). Більша їх частина зосереджена в осадових породах – глинах, аргілітах та глинистих сланцях.

Бітуми (лат. bitumen – смола) відносяться до горючих корисних копалин, які називаються каустобіолітами (гр. causto – горючий, bios – життя, litos – гірська порода). Бітуми поділяються на два основних ряди: сапропелевий, або нафтобітум (горючі гази, нафти, мальта, озокерит), та гумусовий, або вугільний (торф, буре і кам'яне вугілля, антрацит). Вміст вуглецю в бітумах становить 50–90%, водню – 2,5–14%. Співвідношення вуглецю до водню коливається в межах 5,5–48. Найбільший вміст вуглецю в антрацитах (до 90, а іноді 97%). В бітумах, крім вказаних рядів, виділяють ліптобіоліти або ряд групи мінералів бурштину (янтарю), який в основному використовують як матеріал для ювелірної промисловості.

Вихідний органічний матеріал і умови його накопичення в процесі седиментації для утворення різних типів бітумів відрізняються між собою. Тому формування родовищ вуглеводневої сировини, а також кам'яного вугілля також повинно залежати від накопичення бітумів певних рядів. Але в осадовій оболонці земної кори існують території і седиментаційні басейни, в межах яких є нафтогазові поклади в традиційних колекторах, а також товщі бітуминозних гірських порід, що залягають вище і нижче цих покладів або широко розвинуті поруч, тобто вони присутні по всьому розрізу і по території басейнів. Крім цього, існують також нафтогазоносні тери-

торії, де присутність бітумів невелика [1], а іноді повністю відсутня [12]. Тому останнім часом деякі вчені запропонували при проведенні нафтогазогеологічного районування в осадовій оболонці Землі виділяти не нафтогазоносні басейни, а бітумонафтогазоносні басейни, де, крім нафтогазових родовищ, у традиційних колекторах широко розповсюджені товщі бітумінозних порід і нафтогазоносні басейни, де бітумінозні товщі практично відсутні [1], що, на нашу думку, є доцільним.

Слід також звернути увагу на те, що не завжди певний ряд бітумного матеріалу дає початок формуванню характерної для нього горючої корисної копалини. На певних етапах горюча корисна копалина, формування якої чітко відповідає класичним схемам її утворення з первинного органічного матеріалу під термобаричним впливом, генерує іншу горючу корисну копалину, що за класифікацією належить до бітумів іншого ряду. Наприклад, встановлено, що вугілля формується з гумусового матеріалу, але в результаті дії метаморфічних процесів із вугілля виділяються значні об'єми горючих газів (метану та ін.), які відносяться (за класичною схемою бітумних рядів) до сапропелів. Басейни кам'яного вугілля завжди значно загазовані, а в їх межах і навколо них, як правило, існують газові родовища. Виділяються горючі гази під дією температури також і з торфу при його гнитті.

Суттєвим фактором, що зумовлює температурні умови, в яких відбувається перетворення органічного матеріалу, тобто керогену, як сапропелевого, так і гумусового рядів, у вуглеводневі субстанції, що можуть вважатися енергоносіями, є інтенсивність теплового потоку земної кулі. На рис. 1 наведена карта інтенсивності теплового потоку в надрах України [6]. Цікаво, що майже всі нафтогазоносні території України збігаються або межують з ділянками підвищених значень інтенсивності теплового потоку надр.

З наведеного видно, що для вирішення проблеми одержання вуглеводневих енергоносіїв з порід, які не є традиційними колекторами для нафти і газу, а саме з бітумінозних аргілітів, сланців та інших порід, що є практично непроникними і відносяться за класичними схемами нафтогазо-

вої геології до порід-покришок у розрізах традиційних нафтогазових родовищ, повинні бути проведені ретельні геологічні дослідження з метою бітумонафтогазогеологічного районування для виділення перспективних областей, районів і конкретних площ, а також встановлення наявності в їх розрізах певних бітумів для можливого одержання з них вуглеводневої сировини. Це необхідно для розробки і планування заходів щодо проведення пошуково-розвідувальних і видобувних робіт з врахуванням економічної доцільності цих робіт.

Варто зазначити, що в Україні і країнах СНД вказані роботи ще не проводилися. В Україні бітумінозні товщі порід виявлені в усіх її трьох нафтогазоносних регіонах, і тому ми їх називаємо бітумонафтогазоносними басейнами. Але в окремих тектонічних зонах кожного басейну переважають різні родовища енергоносіїв за їх фізичними властивостями. Так, у Західному бітумонафтогазоносному басейні в геосинклінальній його частині (Внутрішня зона Передкарпатського прогину і Скибова зона Карпат) домінують нафтові родовища. У Зовнішній зоні Передкарпатського прогину (платформний схил прогину) всі відкриті родовища є газовими, за винятком двох, де, крім газових покладів, встановлені нафтові (Лопушниське на південному сході прогину і Коханівське на північному заході). В межах Волино-Подільської плити у Львівському палеозойському прогині відкрито одне газове родовище – Локачівське, а також не промисловий газовий поклад на площі Великі Мости. В Закарпатській западині відкрито шість газових родовищ. Нафтових родовищ тут на даний час не виявлено. Чіткого пояснення вказаної різноманітності родовищ вуглеводнів у Західному регіоні ще немає, є тільки гіпотези, що базуються на припущеннях. На наш погляд, така різноманітність родовищ вуглеводнів спричинена головним чином різноманітністю керогену, що відкладався в процесі седиментогенезу в різний геологічний час. Це питання потребує фундаментальних геологічних досліджень і має наукове та практичне значення для цілеспрямованих пошуково-розвідувальних робіт, а також для видобування вуглеводнів як з традиційних родовищ, так і бітумінозних товщ.

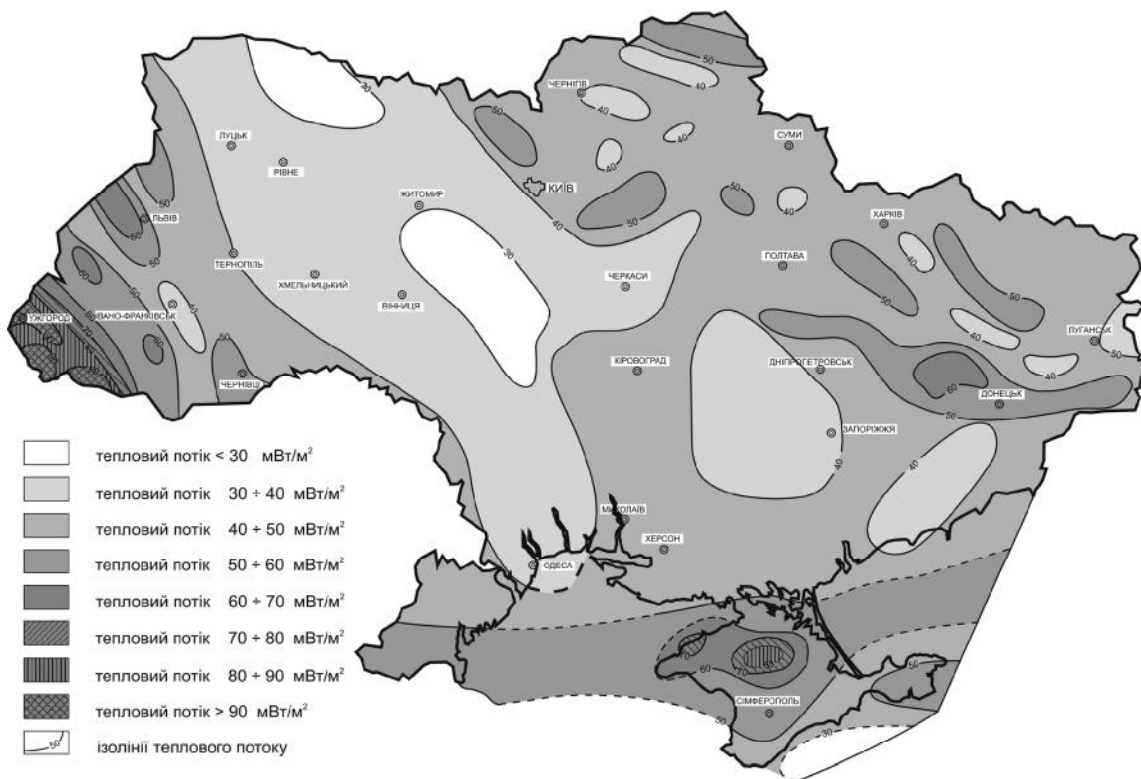


Рис. 1. Карта інтенсивності теплового потоку території України [6]

В Україні найбільш збагаченими бітумами товщами є бітумні сланці менілітової світи. Ці сланці, від коричневого до чорного кольору, виходять на денну поверхню, а також залягають на різних глибинах у тектонічних поверххах Внутрішньої зони Передкарпатського прогину і Скибової зони Карпат. На рис. 2 наведено фото менілітових сланців у відслоненні в руслі р. Рибниця Косівського району Івано-Франківської області. Це чорні сланці, які містять різноманітний органічний матеріал, але в основному сапропелевого ряду.

Середнє значення органічної речовини в менілітових сланцях, згідно з результатами їх досліджень на різних площах, в тому числі і в керні, не менше 30%, а мінеральної речовини – близько 70% від маси породи. У мінеральній речовині сланців міститься 0,4–0,75% піритового заліза. Вміст сірки в піриті іноді сягає 1,7%, але частіше коливається від 0,1 до 0,5%. Менілітові сланці характеризуються кларковим вмістом ванадію – 30–200 г/т, кобальту – 20–60, миш'яку – 8–20 г/т. Також присутні такі елементи клар-

кового вмісту: лантан, молібден, срібло та ін. В незначному (нижче кларкового) вмісті – марганець, берилій, скандій, титан, мідь, цинк, галій, стронцій, ітрій, цирконій, олово та інші елементи. Розповсюдження бітумних сланців менілітової світи у Внутрішній зоні Передкарпатського прогину та Скибової зони Карпат має регіональний характер. Їх загальні запаси майже безмежні [4, 15, 19].

До питання одержання вуглеводневих енергоносіїв із бітумних сланців менілітової світи безпосередньо на поверхні в Західному бітумогазоносному регіоні України зверталися неодноразово, посилаючись на результати видобування нафтопродуктів з бітумінозних пісковиків Атабаски (Канада), де бітуми із піщаних порід екстрагуються гарячим водним розчином луґу з наступним коксуванням [8, 26].

Однак конкретних кроків у плані використання бітумінозних менілітових сланців для одержання вуглеводневих енергоносіїв в Україні не робилося. До даного часу найбільш серйозними дослідженнями менілітових сланців слід вважати тематичні

дослідження різного напрямку 1957–1958 рр., що проводилися видатним українським академіком В. Б. Порфірьєвим разом з І. В. Грінбергом, М. Р. Ладиженським, Є. Ф. Лінецьким та ін. У роботі [19] В.Б. Порфірьєв вказує, що досить цінною часткою продуктів сухої перегонки менілітових сланців є сланцевий горючий газ, який утворюється у кількості в середньому 30 л на 1 кг сухого сланцю. Тут також наголошується [19], що за попередніми розрахунками близько 50% енергетичних витрат, що пов'язані з процесом сухої перегонки сланців, компенсуються власним газом, отриманим при проведенні досліджень. Щодо рідких вуглеводнів в наведеній роботі [19] зазначається, що при переробці кожної тисячі тонн сланців може бути отримано, при мінімальних витратах, бензину – 10 т, гасу – 15 т.

У 1990–1991 рр. за угодою між Івано-Франківським інститутом нафти і газу (ІФНГ) та Французьким інститутом нафти в Карпатському регіоні проводились науководослідні роботи з виявлення можливих нафтопродукуючих порід, тобто бітумінозних товщ, із застосуванням унікальної на той час експериментальної пересувної геохімічної станції ROCK-AVALE [15]. Результати цих робіт дозволили зробити висновки, що до нафтопродукуючих порід у геосинклінальній частині Карпатського регіону (Внутрішня зона Передкарпатського прогину та Скибова зона Карпат) можуть бути віднесені товщі менілітової світи олігоцену (вміст органічної речовини 30%), чорні аргіліти і сланці спаської і шепітської світ нижньої крейди, а в платформній частині регіону (Зовнішня зона Передкарпатського прогину і прилеглі площі західної окраїни Волино-Подільської плити) газонафтопродукуючими породами можуть бути породи силуру та верхньої крейди. В літологічному відношенні бітумінозні породи вказаних стратиграфічних підрозділів представлені сланцюватими темними і чорними аргілітами та сланцями. Вміст органічної речовини в породах спаської і шепітської світ коливається від 1 до 7% від об'єму кожного досліджуваного зразка по-



Рис. 2. Чорні сланці менілітової світи у відслоненні в руслі р. Рибниця

Вміст органічного матеріалу в сланцях з відібраного зразка породи у відслоненні перевищує 72% від об'єму досліджуваного зразка породи (фото О. О. Орлова)

роди. Також була приділена увага результатам дослідження юрських відкладів, де в аргілітах встановлено вміст органічного вуглецю 1,5–7,5% від об'єму кожного досліджуваного зразка породи.

Тривалий час в Канаді і США розглядалися проблеми видобування нафти з бітумінозних порід у кар'єрах, а також підняття сланців на поверхню шахтним способом з подальшою їх обробкою. Було також запропоновано проводити обробку бітумних сланців на глибині в штреках, що проходять в горизонтальному напрямку від шахт [7, 25, 27].

Широкомасштабне видобування бітумних сланців та екстрагування з них бітумів з подальшою їх розгонкою для одержання енергоносіїв потребує дуже великих витрат. Так, вартість комплексу з видобування і переробки 22 тис. м<sup>3</sup>/добу бітуму становить 6 млрд доларів США. Витрати на отримання 1 т продукції сягають 30 тис. доларів США. Це набагато більше порівняно з традиційним видобуванням вуглеводнів навіть у складних умовах Північного моря [18]. Проте, наприклад, Канада з 80-х років минулого століття і дотепер інтенсивно проводить наукові дослідження і промислово розробку нафти із бітумних пісковиків у районі Атабаска штату Альберта.

Значні кошти, що пов'язані з видобуванням вуглеводнів шляхом обробки бітумних сланців та інших бітумінозних порід в шахтах, і кошти на будівництво збагачувальних

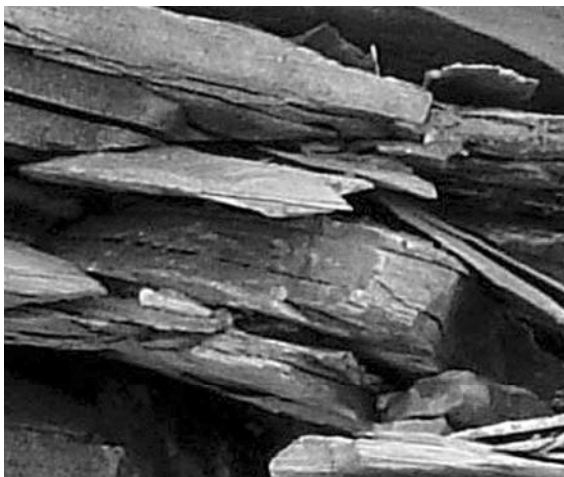


Рис. 3. Сланці [<http://downloadsuper.livejournal.com/tag/shale%20gas>]

комплексів на поверхні вплинули на інтенсифікацію розробки внутрішньопластових технологій видобування вуглеводнів (особливо нафти, а потім і газу). Складності проявлялись у тому, що нафта і газ в сланцях та інших непроникних породах, які прийнято називати породами-покришками, є практично нерухомими. Для видобування рідких і газоподібних вуглеводнів з таких порід необхідно утворювати в них проникні зони і, крім того, проводити певні заходи щодо тривалого збереження проникності цих зон. Оpubліковане в Інтернеті фото (рис. 3) пухких сланців зроблено, на наш погляд, у відслоненні сланців на поверхні. На глибинах сланці, як і інші гірські породи, знаходяться під тиском вищезалігаючої товщі осадових утворень і є щільною непроникною породою.

Канадські й американські спеціалісти досліджували різні методи утворення проникних зон у пласті; наприклад, розрив пласта емульсіями або повітрям [7]. На даний час у США розпочали інтенсивно практикувати буріння горизонтальних стовбурів на глибинах залягання бітумних сланців з вертикально пробурених свердловин. У горизонтальних стовбурах свердловин проводять гідророзрив у середині сланцевого пласта і в утворенні тріщини під тиском закачують рідини з піском, щоб тріщини зберігалися протягом певного часу. Таким чином утворюється штучний резервуар на глибині у щільному пласті. Нижче і вище цього резервуара знаходяться непроникні сланці.

Деталі технології утворення подібних штучних резервуарів є, безумовно, конфіденційною інформацією розробників, і тому в деталях вона не доступна. Дуже цікаво було б знати температурні характеристики рідини гідророзриву, хімічних добавок у розчин гідророзриву, співвідношення тисків закачування, пластових та геостатичних тисків, який потрібен час для накопичення газу в горизонтальних стовбурах свердловин після кожного гідророзриву тощо. В принципі, чим вища буде штучно створена тріщинуватість в сланцях, тим ефективніше буде працювати утворений резервуар при надходженні в нього вуглеводнів. Варто зауважити, що, крім вказаного, не виключено, що технології видобування вуглеводнів з бітумінозних сланців, мабуть, передбачають ще і додаткові теплові методи впливу на сланці для активізації в них техногенних процесів пірометаморфізму, при яких бітумний матеріал розкладається з виділенням вуглеводневого газу. Як відомо, головною фізичною властивістю газу є розширення в об'ємі. Газ, як мобільна речовина, при утворенні проникних зон вздовж горизонтально розташованих стовбурів свердловин пересувається в ці зони, бо у них формується депресія тиску при раптовому (стресовому) утворенні тріщин у перший момент до вакууму. В результаті газ та інші вуглеводневі сполуки в цих зонах накопичуються і можуть бути видобутими. На жаль, ми не маємо точної економічної оцінки застосування вказаної технології з врахуванням витрат на проведення попередніх досліджень з метою виділення перспективних ділянок для встановлення характеру керогену в бітумінозних товщах, їх фізико-механічних властивостей. Але, враховуючи те, що у США розпочали інтенсивно видобувати газ із бітумних сланців, видобуток цього газу, згідно з даними Інтернету (спеціаліст з економічної політики пані Джеффі, Інститут державної політики ім. Бейкера), у 2009 р. сягнув 14% від загального річного видобутку газу (624 млрд м<sup>3</sup>). Вивчення досвіду видобування сланцевого газу для України має велике значення для вирішення стратегічних питань в народному господарстві і на зовнішньому енергетичному ринку. Слід також враховувати, що поки що немає доступних інформаційних джерел, з яких конкретних газових

родовищ США складається загальний видобуток газу в 2009 р. – 624 млрд м<sup>3</sup>. Чи це газ родовищ, що знаходяться безпосередньо на території США, чи також враховується газ, який видобувається, в тому числі завозиться, світовими американськими компаніями з родовищ, що знаходяться поза межами США.

Першочерговим об'єктом для проведення наукових досліджень і, як наслідок цього, промислових робіт з видобування газу з горизонтальних свердловин, на наш погляд, є неогенові відклади Зовнішньої зони і відклади менілітової світи олігоцену Внутрішньої зони Передкарпатського прогину.

Зовнішня зона вважається газоносною. В тортон-сарматських відкладах південно-західної частини зони відомі поклади бурого вугілля загальним простяганням майже 130 км при ширині 15–20 км [5]. Крім цього, є тортон-сарматські відклади, збагачені органічною речовиною, в основному гумусового ряду, про що свідчить наявність в осадах скам'янілих рослинних залишків [5]. У 1970 р. в результаті проведених спеціалістами ІФНГ досліджень в Зовнішній зоні Передкарпатського прогину було встановлено, що тортон-сарматські відклади за величиною такі, що можуть забезпечити формування метану із запасами 12 трлн м<sup>3</sup>. Це набагато більше, ніж у відкритих на даний час газових родовищах Прикарпаття в традиційних піщаних колекторах [22]. Варто зазначити, що решта запасів газу сконцентрована в тортон-сарматських сланцюватих глинах та аргілітах. Зовнішня зона Передкарпатського прогину знаходиться на території з підвищеною інтенсивністю теплового потоку в осадочній оболонці земної кори в пунктах Львова і Чернівців (рис. 1), що є позитивним для розкладання органічної речовини з виділенням газу.

Цікаво згадати, що при проведенні науково-дослідних робіт в Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу у 2002–2004 рр. за темою ГМ-20 щодо виявлення причин пропуску продуктивних горизонтів газу в неогенових відкладах Зовнішньої зони Передкарпатського прогину були зроблені висновки, що в цій зоні промислові горизонти газу можуть бути одержані не тільки з традиційних піщаних колекторів, а за певних умов і з глинистих

порід. На окремих площах це підтвердилося навіть при бурінні вертикальних свердловин [13]. Прикладом можуть слугувати одержані промислові припливи газу на площах Хідновичи (горизонти ВД-14 і Ндд-8), Макунів (горизонт Вд-14), Дашава-Кадобно (горизонт НД-3) та ін.

Поклади бурого вугілля відомі і в Закарпатській западині у вигляді смуги, що простягається майже на 125 км у південно-східному напрямку від м. Ужгород. Поклади вугілля розміщені у відкладах верхнього тортону, середнього сармату і панону – левантину [5].

На рис. 1 видно, що на карті розподілу теплового потоку Закарпатська западина збігається з пунктами максимальних значень теплового потоку на території України [15]. Це може зумовлювати підвищення інтенсивності метаморфічних перетворень бітумів з виділенням горючого газу.

До першочергових експериментальних ділянок для видобування газу та інших вуглеводневих енергоносіїв із бітумінозних товщ слід віднести безумовно менілітові сланці Внутрішньої зони Передкарпатського прогину на глибинах тектонічних поверхів шляхом буріння горизонтальних свердловин в інтервалах їх залягання і утворення вздовж горизонтальних стовбурів штучних проникних зон.

На сході України в перехідній зоні від Дніпровсько-Донецької западини до Донецького складчастого кам'яновугільного басейну, де спостерігаються ділянки з підвищеною інтенсивністю теплового потоку, доцільно провести експериментальні роботи з метою отримання промислових припливів газу з горизонтальних свердловин. Безпосередньо в Донецькому басейні проблемі можливості одержувати газ з інтенсивно порушених структур в межах шахтних полів потрібно вивчати окремо і поступово з врахуванням необхідної безпеки при експлуатації вугільних покладів і екологічних обставин цієї густозаселеної території.

Небезпека видобування газу безпосередньо з пластів вугілля (особливо басейнів, що зазнали інтенсивного складкоутворення) пов'язана з тим, що ці пласти, наприклад, у карбонових відкладах Донецького кам'яновугільного басейну, на відміну від масивних бітумінозних товщ, мають товщи-

ни, що коливаються практично від декількох сантиметрів до 1–2 м, дуже рідко більше. Чергуються пласти вугілля з шарами і прошарками аргілітів, алевролітів, пісковиків. Алевролітові і піщані породи, як правило, проникні і водоносні.

Буріння у вугільних породах горизонтальних свердловин з подальшими гідророзривними роботами можуть призвести до прориву пластових вод з водоносних пластів вміщуючих порід у вугільні пласти і шахтні лави. Густина пластових вод (а вони, як правило, є мінералізовані) набагато більше густини газу. Тому в пробуренні по вугільному пласту горизонтальні свердловини при відкачуванні води і досягненні тиску десорбції газу він буде надходити в стовбур свердловини разом з накопиченим у закритих порах і тріщинах (іноді це призводить до неочікуваних викидів) і водою, оскільки осадові відклади, що складають Донецький кам'яновугільний басейн, надто сильно зім'яті в складки. Пласти вугілля тут залягають під дуже крутими кутами. Крім того, в них багато локальних флексур і пережимів. Гідродинамічні умови у відкладах Донбасу надзвичайно напружені. У флюїдоносних горизонтах тут повсюди можна очікувати аномально високі пластові тиски [14]. У вугільних пластах на ділянках локальних пережимів флексур та інших тектонічних порушень, що слугують локальними екранами, формуються накопичення напірних газів. Це, ймовірно, і є однією з причин неочікуваних викидів газу вугілля в процесі його видобування [2].

Таким чином, для видобування газу з вугільних пластів повинні бути проведені всебічні дослідження кожної ділянки, де плануються ці роботи, з вивченням витриманості вугільного пласта по його товщині, структурних умов залягання і характеру локальних пликативних і диз'юнктивних порушень, літологічних властивостей порід, тріщинуватості та особливо гідродинамічного режиму.

У вугленосних басейнах, що не зазнали інтенсивного складкоутворення і в яких пласти вугілля залягають горизонтально і не є порушеними, видобування газу з горизонтальних свердловин, мабуть, буде пов'язано з меншими труднощами. До цих районів можна віднести згадані вище пласти бурого вугілля в Зовнішній зоні Передкарпатського басейну Закарпатської западини, а також у

Волинському кам'яновугільному басейні. Буріння горизонтальних свердловин у вугільних пластах у зазначених областях для видобування газу за американською технологією може становити певний інтерес.

На півдні України глинисті сланці відомі у відслоненнях середньоюрських відкладів Кримського орогену. На Скіфській плиті (Степовий Крим) глинисті сланці середньоюрського віку встановлені св. 1-Р на північ від с. Новоселівка [9, 10]. Необхідно приділити увагу видобуванню газу горизонтальними свердловинами майкопської серії верхнього олігоцену і нижнього міоцену, яка представлена в основному глинами, а іноді сланцюватими глинами з прошарками піщаних та інших порід. На півдні України інтенсивність теплового потоку Землі є підвищеною (рис. 1). Це могло вплинути на інтенсифікацію розкладання розсіяного керогену в сланцюватих глинистих породах, що потрібно враховувати при дослідженнях південних територій України.

1. Валеев В. Н., Юдин Г. Т., Гисматулин Р. В., Штейгольц В. Л. Битумонефтегазоносные бассейны // Геология битумов и битумовмещающих пород. – М.: Наука, 1979. – С. 3–14.
2. Вернадский В. И. Биосфера. – М.: Мысль, 1967. – 376 с.
3. Виноградов А. П. Химическая эволюция Земли. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 40 с.
4. Вульчин Є. І. Геохімія мікроелементів у каустобіолітах Західних областей України. – К.: Наук. думка, 1974. – 111 с.
5. Геологическое строение и горючие ископаемые Украинских Карпат / Под ред. В. В. Глушко, С. С. Круглова. – М.: Недра, 1971. – 343 с.
6. Гордиенко В. В. Карта теплового потока территории Украины и Молдовы. – 1:250 000 // Геология і корисні копалини України. – К., 2001. – С. 24.
7. Добыча нефти из битумных песчаников с использованием внутрипластовых туннелей. – М., 1980. – Вып. 16. – С. 1–5. – (Экспресс-информация. Сер. Нефтепромысловое дело / ВНИИОЭНГ).
8. Добыча нефти из битумных песков и песчаников. – М., 1980. – Вып. 22. – С. 14. – (Экспресс-информация. Сер. Нефтепромысловое дело / ВНИИОЭНГ).
9. Доленко Г. Н., Варичев С. А., Галабуда Н. И. и др. Закономерности размещения месторождений нефти и газа Днепровско-Донецкой

- нефтегазоносной провинции. – Киев: Наук. думка, 1968. – 215 с.
10. *Доленко Г. Н., Парыляк А. И., Копач И. П.* Нефтегазоносность Крыма. – Киев: Наук. думка, 1968. – 132 с.
  11. *Еременко Н. А.* Геология нефти и газа. – М.: Недра, 1968. – 390 с.
  12. *Краюшкин В. А.* Абиогенно-мантийный генезис нефти. – Киев: Наук. думка, 1984. – 176 с.
  13. *Локтев А. В.* Особливості дорозвідки газових покладів у тонкошаруватих піщано-глинистих відкладах неогену Зовнішньої зони Передкарпатського прогину: Автореф. дис. ... канд. геол. наук. – Івано-Франківськ, 2004. – 22 с.
  14. *Орлов А. А.* Аномально высокие пластовые давления в нефтегазоносных областях Украины. – Львов: Выща шк., 1980. – 180 с.
  15. *Орлов О. О.* Виявлення нафтопродуруючих порід у Карпатах // Нафт. і газ. пром-сть. – 1992. – № 2. – С. 10–11.
  16. *Орлов О. О., Жученко Г. О.* Потенційні можливості використання ресурсів нетрадиційних енергоносіїв у Західному регіоні України // Тез. доп. наук. наради. – Івано-Франківськ, 1992. – С. 17.
  17. *Орлов О. О., Омельченко В. Г., Трубенко О. М., Омельченко Т. В.* Методика кількісного температурного впливу на енергетичні властивості покладів вуглеводнів / Івано-Франківськ // Наук. вісн. – 2009. – № 2. – С. 37–43.
  18. *Перспективы, проблемы и текущее состояние разработки залежей битумов в Канаде / Реф. А.Г. Соломатин.* – М., 1980. – Вып. 15. – С. 4–9. – (Экспресс-информация. Сер. Нефтепромышленное дело / ВНИИОЭНГ).
  19. *Порфирьев В. Б., Гринберг И. В., Ладыженский Н. Р. и др.* Менилитовые сланцы – сырье для промышленности – строительный материал. – Киев: Изд-во АН УССР, 1956. – 250 с.
  20. *Проектирование* переработки горючих сланцев в штате Колорадо / Реф. А.О. Кошевник. – М., 1979. – Вып. 2. – С. 1–10. – (Экспресс-информация. Сер. Нефтепромышленное дело / ВНИИОЭНГ).
  21. *Сидоренко С. А., Сидоренко А. В.* Органическое вещество в осадочно-метаморфических породах докембрия. – М.: Наука, 1975. – 115 с.
  22. *Снарский А. Н., Маевский Б. И., Орлов А. А.* Рассеянное органическое вещество как возможный источник газа в тортон-сарматских отложениях Внешней зоны Предкарпатского прогиба // Тез. докл. респ. науч.-техн. конф., 6–8 окт. 1970 г. – Івано-Франковск. – 1970. – С. 20–22.
  23. *Радзивилл А. Я.* Углеродистые формации и тектоно-магматические структуры Украины. – Киев: Наук. думка, 1994. – 173 с.
  24. *Тарасов Б. Г., Орлов А. А.* Прогнозирование ударо-выбросоопасности в массивах горных пород // Безопасность труда в пром-сти. – 1980. – № 12. – С. 23–25.
  25. *Oil and Gas J.* – 1978. – Vol. 76, № 22. – P. 24–26.
  26. *Oil and Gas J.* – 1980. – Vol. 78, № 6. – P. 36–38.
  27. *Revue de l'Institut Fransais du petrol.* – 1980. – № 1. – P. 60–61.

<sup>1</sup>Івано -Франк. нац. техн. ун-т  
нафти і газу,  
Івано-Франківськ

Стаття надійшла  
22.12.10

<sup>2</sup>Від-ня мор. геології  
та осад. рудоутворення НАН України,  
Київ  
E-mail: myevdoshchuk@rambler.ru

<sup>3</sup>УкрНДІгазу,  
Харків