

УДК: 662.767.1(262.5)

## СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ РЕСУРСІВ ГІДРАТУ МЕТАНУ ЗОНИ ЧОРНОГО МОРЯ

*О.Л. Михайлюк*

Вичерпаність запасів нафти на природного газу на суходолі призвели до пошуків нових джерел не відновлюваної енергії. Провідні держави світу в останній час приділяють значну увагу зміцненню своєї енергобезпеки через впровадження новітніх технологій енергозбереження та пошук нових видів палива і енергії. Одним з потенційних джерел енергії є запаси метану у газогідратах Світового океану та вічній мерзлоті.

Країни, які мають безпосередній вихід до Світового океану та ті, що розробили технології підводного видобутку корисних копалин, ведуть між собою суперечку відносно умов розробки цих ресурсів.

Запаси гідратів є також в Чорному морі, де на їхню розробку з часом зможе претендувати низка країн Чорноморського регіону (у першу чергу Росія, Туреччина, Румунія). Саме тому Україна вже зараз повинна дбати про свою пріоритетність щодо розробки і впровадження сучасної економічно виваженої технології видобутку метану з газогідратів і правове закріплення за нею обширної економічної зони у Чорному морі.

Світ постійно стоїть перед проблемою пошуку нових джерел енергії для забезпечення своєї енергетичної безпеки. Викопні види палива при цьому ще довгий час зберігатимуть провідну роль в паливному балансі. За прогнозами експертів Exxon Mobil, споживання енергоресурсів у найближчі 30 років на планеті зросте наполовину.

**Загальна характеристика проблеми.** Серед перспективного нового виду вуглеводневої сировини вчені виділяють гідрат метану, запаси якого на планеті, за орієнтовними оцінками, складають не менше 250 трильйонів м<sup>3</sup> (за енергетичною цінністю це у 2 рази більше за цінність усіх запасів нафти, вугілля і газу разом узятих). Потенційно близько 98% світових запасів газових гідратів зосереджено в океані, 2% - на суші в зоні вічної мерзлоти [1].

До вивчення потенціалу гідрату метану як нового джерела енергії приступили на початку 70-х років. Гідрат метану це супрамолекулярна сполука метану з водою. Якщо гідрат метану нагрівається, або підвищується тиск, сполука розпадається на воду і природний газ (метан). З одного кубічного метра гідрату метану при нормальному атмосферному тиску можна отримати 164 м<sup>3</sup> природного газу.

Таблиця 1

## Порівняльна характеристика метану вугільних пластів і природних газогідрантів

Параметри	Метан вугільних пластів	Газогідратні поклади
Глибина залягання, м	200-1500	200-1100*
Середньодобовий дебіт свердловини, тис. м <sup>3</sup> /сут	8-10	0,1-220**
Середньодобовий дебіт води, м <sup>3</sup> /сут	3,5-9,5	0,001-0,014
Світові запаси, трлн. м <sup>3</sup>	260	10-1000
Питомий вміст метану в 1 тонні породи, м <sup>3</sup>	6-14	12-13***

Джерело:[2]

\* для континентальних родовищ

\*\* для пласту гідрату потужністю 10м при комбінованому методі розробки

\*\*\* при гідронасиченості 80% та пористості 35%

У світі виявлено понад 220 метаногідратних покладів на шельфі океанів і морів. Проблема виявлення та використання метаногідратних покладів є досить актуальною. Вже зараз Росія технічно і юридично претендує на 1,2 млн. км<sup>2</sup> арктичного континентального шельфу, де за оцінками фахівців може залягати понад 5 млрд. т. вуглеводнів.

За оцінками геологів ГНЦ "Южморгеологія", газогідрати - поки одне з найперспективніших джерел природного газу з нетрадиційним способом видобутку, оскільки з 1м<sup>3</sup> можна отримати приблизно 300 м<sup>3</sup> метану. При цьому газогідрати достатньо широко поширені в Світовому океані. Вони утворюються на глибині морів понад 400-600 метрів при температурі не вище за чотири градуси за Цельсієм і атмосферному тиску не менше 40 атмосфер. Відомо більше двохсот родовищ газових гідратів, велика частина яких розташована на морському дні. За останніми оцінками, в покладах природних гідратів зосереджено від 10 до 1000 трлн. м<sup>3</sup> метану, що співставно із запасами традиційного газу. Найбільші з них знаходяться на узбережжі Атлантичного океану і в Тихому океані. У Росії обширні поклади газогідратів виявлені в Охотському морі, на арктичному шельфі, в Чорному морі і озері Байкал. Причому на Мессояхському родовищі газу в Західному Сибіру газогідрати виходять на поверхню. В Росії згідно пропозиції "Роснадр" до 2010 року будуть виділено два центри розробок цієї сировини - в Чорному і Охотському морях.

Раніше газогідратами цікавився "Газпром". У 2003 році він створив робочу групу з вивчення цього питання під егідою НДІгаз.

За контроль над Арктикою активно борються п'ять держав, які мають прямий вихід до Льодовитого Океану, - Росія, Канада, США, Норвегія і Данія. Всього бажання вести розробку корисних копалин арктичного шельфу виявили більше 20 держав. Вважають, що боротьба за арктичний шельф у найближчий перспективі призведе до нової «холодної війни».

США, Японія, Індія, Канада мають національні програми вивчення та промислового освоєння природних метаногідратів. За оцінкою British Petroleum, доступних запасів природного газу на північноамериканському континенті, де його щорічно споживається більше 770 млрд. м<sup>3</sup> (близько 30% всього споживання в світі), досить всього на десятиліття, тому величезні зусилля урядів США, Канади і Мексики направлені на пошуки вирішення проблеми забезпечення своїх економік енергоресурсами. Справа дійшла до того, що Вашингтон поступово ліквідує бюджетне фінансування НДР в сфері нафти і газу, все більш фокусуючись на дослідженні альтернативних джерел енергії. За помірними розрахунками міністерства енергетики, в США близько 6000 трлн. м<sup>3</sup> метану газогідрата, це в сто разів більше запасів природного газу. Проблема в тому, що його видобуток технологічно важкий, небезпечний і тому дорогий.

Новим видом палива займаються Норвегія і Південна Корея. Немає сумніву, що цей список розширюватиметься з кожним роком. Розробка газогідратів сприятиме економічному розвитку окремих країн.

Гідрати можуть утворювати багато природних газів, проте переважаючим природним газовим гідратом є гідрат метану – особлива сполука метану з водою, яка під час горіння легко розпадається на воду і газ. Ще у 40-х роках ХХ століття радянські вчені припустили наявність газових гідратів в зоні вічної мерзлоти, а в кінці 60-х були знайдені перші родовища. Була проведена серія досліджень, що виявили величезний резерв палива у вигляді газових гідратів по всьому світу, і газові гідрати стали розглядати як перспективне джерело палива.

Поки що роботи щодо використання гідратів носять суто теоретичний характер. Багато країн – імпортерів газу прагнуть освоїти цей потенційний ресурс, але, не зважаючи на останні успіхи експериментальних досліджень, про економічно рентабельний спосіб видобутку газу з гідратів поки говорити зарано [3].

Чорне море теж багате на поклади метану. У деяких його районах пошуково-розвідувальними організаціями впродовж 1988–1989 років виявлено на глибинах 300–1000 м під дном метаногідратні родовища. У центральній глибоководній частині моря запаси метану в гідратах оцінюють у 20–30 трлн. м<sup>3</sup>, а загалом у Чорному морі, за прогнозами геологів України і Росії, міститься 60–80 трлн. м<sup>3</sup> цього газу. Ще у 1968 р. ці потенційно газонасні райони, за пропозицією України, уряд колишнього СРСР розглядав як перспективні для розробки та газовидобутку. Однак тоді пріоритет віддали Західному Сибіру.

У 1993 році уряд України затвердив постанову про виконання програми «Газогідрати Чорного моря» [4], якою був передбачений великий обсяг геологорозвідувальних робіт і створення технологій та конструкцій газодобувного комплексу. Була прийнята відповідна державна програма фундаментальних досліджень «Газогідрати Чорного моря», розроблений бізнес-план для інвесторів, виконані сейсмічні дослідження на значних структурах з величезними запасами газогідратів, здійснено декілька наукових експедицій. Проте відсутність коштів і індиферентність влади не дали можливості практично підійти до розробки технології видобутку.

За ініціативою президента Міжнародного науково-технічного університету (МНТУ), із залученням коштів «Укргазпрому» і участю провідних вчених НАНУ з 1993 року проводяться лабораторні роботи і стендові дослідження на молекулярному рівні з імітацією реальних умов утворення і відкладення гідратів на дні морів (з відбором проб води, піску і мула з дна Чорного моря). Це розширило уяву про умови утворення покладів газогідратів на дні морів. Лабораторні дослідження повинні були перерости у видобуток проб газогідратів з дна Чорного моря, але коштів на це не вистачило.

До цієї проблеми вчених залучали фактично на добровільних засадах. Так, фахівці НАН України у 2002 р. розробили «Загальнодержавну програму розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2010 року», в якій важливе місце відвели вивченню запасів природного газу на шельфі Чорного моря. Цю програму Верховна Рада затвердила як закон України (набрав чинності з 1 січня 2007 р.).

У 2000 році був прийнятий Закон України «Про альтернативні види рідкого та газового палива», в якому визначалися «правові, соціальні, економічні, екологічні та організаційні засади виробництва (видобутку) і споживання альтернативних видів рідкого та газового палива на основі залучення нетрадиційних джерел та видів енергетичної сировини і спрямований на створення необхідних умов для розширення виробництва (видобутку) і споживання цих видів палива в Україні» [5].

В Одеській академії холоду та науково-дослідній фірмі «Лід-Газогідрат» опрацьовано оригінальний бізнес-план прибуткового інноваційного проекту «Метан - з газогідратів Чорного моря». Його реалізація лише в одному невеликому газодобувному комплексі за рік може дати 0,97 млрд. м<sup>3</sup> метану.

За оцінкою експедицій Міністерства геології і Академії наук СРСР, що проходили ще у 1988–1989 роках, на дні Чорного моря акумулювалося до 100 трлн. м<sup>3</sup> газу. Проте, за прогнозами фахівців, ефективна технологія промислового видобутку з морських газогідратів з'явиться не раніше середини нинішнього століття.

Приблизно у центрі Чорного моря, на глибині двох кілометрів, діє підводний грязьовий вулкан, по периферії якого постійно спостерігається вихід метану. Фахівці пов'язують це явище з розкладанням газогідратів. Поки газ з

газогідратів на планеті видобувають тільки в двох місцях - в Західному Сибіру і на Алясці. Але це підземні, а не підводні родовища, та й технології видобутку виявилися витратними.

Розроблена в Одеській академії холоду технологія видобутку метану пропонує вирішення цієї проблеми, але для цього потрібні кошти. Необхідно провести повномасштабні випробування, але розробники досі не надали дослідний зразок, тому затягнулися пошуки потенційних інвесторів. Щоб змодельовати ґрунт газогідрату, підвести до нього сольовий розчин, показати, як плавляться гідрати і вивільняється метан, необхідно 100-200 тисяч доларів.

В кінці 2006 року був розроблений бізнес-план, в якому детально враховані витрати на розробку і її прибутковість. Розрахований проект на п'ятнадцять років, з них перші чотири підуть на розробку, проектування і монтаж газодобувного комплексу, на третьому році буде налагоджено виробництво талої води; одинадцять років, що залишилися, відводяться на видобуток метану.

Вже на першому етапі реалізації проекту вірогідно видобувати до 1 млрд. м<sup>3</sup> метану щорічно і продавати його на автозаправних станціях. На другому етапі (поки важко визначити, через який час після початку реалізації проекту він наступить) передбачається збільшити газовидобування до 40 млрд. м<sup>3</sup> на рік, але на це знадобляться додаткові інвестиції на суму 2,8 млрд. доларів.

Для повномасштабного видобутку метану з газогідратів необхідно 480 млн. доларів інвестицій. Протягом перших п'яти років після початку проекту гроші можуть надходити частинами і, виходячи з бізнес-плану, вже до кінця п'ятого року розробка дозволить не тільки повернути вкладені кошти, але і принесе прибуток у розмірі 103 млн. доларів (надалі цей бізнес даватиме близько 339 млн. доларів чистого прибутку на рік).

Що стосується підтримки з боку держави, то в Державному агентстві по інвестиціях і інноваціях при Кабінеті міністрів до проекту віднеслися прихильно, але запропонували шукати позабюджетні кошти.

Розробляються й інші, не менш привабливі, проекти за участю закордонних та вітчизняних інвесторів, зокрема у Міжнародному науково-технічному університеті (м. Київ). Залишаються нерозв'язаними першочергові завдання для освоєння метаногідратних покладів у басейні Чорного моря. Наприклад, важливо уточнити реальні запаси метану, створити спеціалізовану державну структуру для його пошуку та видобутку, залучити до вивчення цієї проблеми інститути НАН України, галузеві, наукові установи та вищі навчальні заклади. Для цього потрібні ґрунтовні дослідження природи утворення метаногідратів і можливості видобутку їх із застосуванням екологічно чистих технологій, без порушення біосфери моря.

При цьому практична реалізація проекту містить ряд небезпек та ризиків:

1. Складності видобутку метану з відкладень кристалогідрату - буріння під водою на великих глибинах, очищення кристалогідрату від мулу.

2. Небезпека витоку – по мірі падіння тиску і зростання температури гідрат починає випаровуватися, і метан, що виділяється, розчиняється у воді або потрапляє в атмосферу, посилюючи парниковий ефект [7].

3. Некероване розтоплення гідрату, що може виникнути від будь-якого струсу, може призвести до утворення газового міхура, об'єм якого більш ніж у 160 разів перевищить первинний об'єм гідрату. При різкій подачі тепла можлива або так звана "бомба газогідрата" (коли усередині пласта раптово знижується тиск і відбувається локальний вибух, що загрожує потопити плавучу платформу), або "чорна дірка" (якщо значна частина пласта газогідрата відірветься від дна і спливе, то, швидко розплавившись, вона вивільнить велику кількість газу). Саме вивільнення великої кількості газу викликало свого часу руйнування добувних платформ в Каспійському морі.

Незважаючи на несприятливі екологічні і технологічні чинники, практичною розробкою використання гідрату метану займаються Німеччина, Японія, США і навіть КНР, чие Міністерство земельних і природних ресурсів повідомило про успішне видобування зразків гідрату з дна Південно-Китайського моря.

Росія володіє запасами газових гідратів, зосередженими в основному на Арктичному шельфі і в зоні вічної мерзлоти Сибіру. На Мессояхському родовищі видобувають природний газ і транспортують газопроводом до Норильська [3].

На замовлення російського «Газпрому» розроблена технологія, при якій газ з твердого стану у вільний може переводитися безпосередньо в пласті. Це можна здійснити шляхом зниження тиску пласту, підвищення температури або введенням у пласт рідин антигідратів - розчинів солей, спиртів. Поки розробка родовищ пов'язана із значними технічними труднощами і додатковими матеріальними витратами, бо контролювати і впливати на тиск і температуру пласта дуже складно. На даний час на Заході йде пошук інвесторів для реалізувати ідеї на практиці. Вартість проекту оцінюється у 100 мільйонів євро.

Розрахунки свідчать, що кількість виробленої енергії у 40 разів перевищить ту, яку доведеться витратити на видобуток. Проте існує серйозна екологічна проблема: метан - третій за значимістю парниковий газ, тобто газ, що призводить до утворення парникового ефекту і, як наслідок, до глобального потепління. Якщо газогідрати з-під води потраплять до атмосфери, процес парникового ефекту і руйнування озонового шару піде швидше у 23 рази [2].

Японія відповідно до положень Конвенції ООН з морського права від 1982 року, має намір добитися розширення своєї виняткової економічної морської зони, щоб отримати права на природні ресурси шельфу. Перш за все це можливість отримати таким чином контроль над запасами гідрату метану, які з часом можуть забезпечити енергетичну безпеку Японії. Геологічна служба

США оцінює тут запаси гідрату метану у 9,6 трлн. м<sup>3</sup>, що у 200 разів більше всього об'єму запасів родовищ природного газу на американському суходолі. Технології видобутку гідрату метану поки не існує. Проте на випадок, якщо в майбутньому технологія буде вдосконалена, японці намагаються закріпити за собою якомога більші ділянки океанічного шельфу.

Можливість для цього дає Конвенція ООН з морського права 1982 року. Вона дозволяє державі розширювати свою виняткову економічну морську зону, якщо доведено, що ті або інші ділянки морського дна є продовженням континентального шельфу. На першому етапі Конвенція ООН з морського права дозволяє державі розширювати економічну зону на 350 миль від берега. Потім держава повинна врегулювати свої територіальні суперечності з іншими країнами, після чого вона може претендувати на подальше розширення своєї економічної зони. Крайній термін для пред'явлення обґрунтованих геологічними дослідженнями заявок в Комісію ООН з міжконтинентального шельфу - 2009 рік.

Практично вже сьогодні спільно із США і Канадою, Німеччиною і Індією Японія здійснює проект видобутку газу з вічної мерзлоти в районі канадської провінції Маккензі. До 2011 року японські фахівці розраховують встановити, чи можливий комерційно виправданий видобуток гідрату метану. Якщо відповідь буде позитивною, - приступлять до практичної розробки вже через чотири роки після цього.

Японський уряд планує різко збільшити асигнування: починаючи з поточного фінансового року протягом найближчих чотирьох років з бюджету буде виділено 100 млрд. ієн (854 млн. доларів за поточним курсом) [8, 9].

В арктичних районах США і Канади запуснені експериментальні установки для видобутку гідрату метану, які на Алясці видали першу партію нової сировини. Менш ніж через п'ять років планується почати видобуток у промислових масштабах. Арктичні поклади розташовані у вічній мерзлоті на глибині 500 метрів і нижче. У морських відкладеннях продуктивні пласти можуть мати кілометрову товщу. На даний час найбільш значні родовища гідратів метану розвідані в Канаді і на Алясці. В умовах арктичних температур гідрати можуть залишатися стабільними після витягання на поверхню.

У 2003 році Конгрес США виділив 42 мільйони доларів на дослідження, пов'язані із видобутком метанового гідрату. У 2006 році американський уряд направив на наукові дослідження по газових гідратах 8,6 млн. доларів. У 2007 році дослідження, що фінансуються з федерального бюджету, були сфокусовані на таких напрямках, як підтвердження можливості видобутку газових гідратів в Арктиці і встановлення можливості дистанційного виявлення і часткового визначення якісних характеристик арктичних газових гідратів. За оцінками фахівців, запаси газу, що містяться в метанових газових гідратах, у 100 разів більші за запаси газу з традиційних родовищ, що може призвести до недоцільності імпорту природного газу з інших країн [3].

### ***Висновки та пропозиції***

Питання енергозабезпечення завжди буде стояти перед Україною і пошук нових енергоносіїв є нагально важливим. Продовження досліджень у сфері розробки технології видобутку газогідратів дасть змогу в майбутньому розраховувати на видобуток цього природного ресурсу як з дна Чорного моря, так і у Світовому океані (згідно Міжнародних конвенцій, країни, що володіють технологіями розробки ресурсів Світового океану, мають першочергове право на їхній видобуток).

На думку вчених, метан газогідратних шарів Чорного моря в майбутньому може служити перспективним джерелом газу для Криму і України.

Фахівці НАН України зараз працюють над вивченням нафтогазоносних ділянок Азово-Чорноморського басейну, впритул підійшли до детального геофізичного дослідження найбільш перспективних ділянок газогідратів. В майбутньому розробка родовищ газогідратів може бути не менш рентабельна, ніж розробка великих родовищ вільного газу. Це вимагатиме будівництва підводних платформ, з яких потім можна буде перекачувати газ по трубах на спеціальні танкери. Собівартість видобутку метану з газогідратів у Чорному морі може становити не більш ніж 54 долари за 1 тисячу кубометрів палива.

Однак необхідна комплексна економіко-екологічна експертиза проекту і неприпустимість застосування технологій, які могли б завдати шкоди екології Чорного моря.

Для подальшого вивчення проблеми і практичної реалізації проекту необхідно:

- надання юридичним і фізичним особам субсидій, дотацій, податкових, кредитних та інших пільг, встановлених відповідними законами України для стимулювання розробок і впровадження новітніх технологій, обладнання, матеріалів у процесі виробництва (видобутку) альтернативних видів палива;
- стимулювання підприємств, які виготовляють машини, механізми, прилади, енергетичні установки, інші технічні засоби та пристрої, необхідні для дослідження та видобутку газогідратів;
- стимулювання інвестиційної діяльності і запровадження новітніх технологій у сфері альтернативних видів палива шляхом створення пільгового режиму інвестиційної та іншої господарської діяльності іноземним інвесторам;
- надання відповідно до Закону спеціальних державних гарантій захисту іноземних інвестицій, спрямованих на розвиток сфери альтернативних видів палива;
- розробка ефективних способів дослідження запасів гідрату метану, які ймовірно знаходяться під морським дном на глибині від 800 до 3000 метрів;
- чітке визначення, де і як ці запаси можна буде видобувати;
- визначення екологічного ризику, пов'язаного із видобутком і споживанням ресурсу;

- розробка технологій транспортування природного газу в стані газогідрату.

Необхідно уточнити реальні запаси метану, створити спеціалізовану державну структуру для його пошуку та видобутку, залучити до вивчення цієї проблеми інститути НАН України, галузеві, наукові установи та вищі навчальні заклади. Для цього потрібні ґрунтовні дослідження природи утворення метаногідратів і можливості видобутку їх із застосуванням екологічно чистих технологій, без порушення біосфери моря. Рано чи пізно Україна змушена буде повернутися до цієї нагальної проблеми. Однак на той час має бути створений надійний фундамент, закладати який слід уже сьогодні.

### Література

1. Гидрат метана, источник электроэнергии будущего, скрыт глубоко под океанским дном// [web-japan.org/nipponia/nipponia28/ru/feature/feature10.html](http://web-japan.org/nipponia/nipponia28/ru/feature/feature10.html) - 15k –
2. Болтіков В. 10 000 мільярдів тонн під водою // [magazine.neftegaz.ru/index.php?option=com\\_content&task=view&id=107&Itemid=2](http://magazine.neftegaz.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=107&Itemid=2) - 27k –
3. Киселев И. США нужен «горючий снег» .-20 ноября 2007 // [www.vz.ru/economy/2007/11/20/126116.html](http://www.vz.ru/economy/2007/11/20/126116.html) - 40k/
4. Про пошуки газогідратної сировини в Чорному морі і створення ефективних технологій її видобутку та переробки .- Постанова Кабінету міністрів №938 від 22 листопада 1993 р.
5. «Про затвердження Загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2010 року».- Закон України № 3458-ІУ від 22 лютого 2006 року .
6. «Про альтернативні види рідкого та газового палива» .- Закон України від 14 січня 2000 року № 1391-ХІУ.- Відомості Верховної Ради (ВВР), 2000, N 12, ст. 94.
7. Лёд и пламень.- 09 сентября 2003 года // [www.computerra.ru/xterra/homo/29008/](http://www.computerra.ru/xterra/homo/29008/) - 38k.
8. Бадов А. Сто лет без бед .- «Обзоры стран» // [www.expert.ru/printissues/expert/2003/27/27ex-japshlf/](http://www.expert.ru/printissues/expert/2003/27/27ex-japshlf/) - 56k.
9. Япония: найдены запасы топлива, которого хватит на столетия  
Источник: MIGnews [anomalia.kulichki.ru/news5/204.htm](http://anomalia.kulichki.ru/news5/204.htm) - 6k.
10. Павлів С. Видобуток метану з газогідратів на шельфі Чорного моря може стати перспективним напрямом у забезпеченні України газом // Укрінформ // [news.ukrinform.ua/ukr/order/?id=529006](http://news.ukrinform.ua/ukr/order/?id=529006) - 11k