

Л.О. ПЕДЧЕНКО,

М.М. ПЕДЧЕНКО, канд. техн. наук,

В.С. БІЛЕЦЬКИЙ, д-р техн. наук

(Україна, Полтава, Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка)

ЕЛЕМЕНТИ ЗБАГАЧЕННЯ У КОМПЛЕКСНІЙ ТЕХНОЛОГІЇ ВИДОБУВАННЯ І ТРАНСПОРТУВАННЯ ГАЗОГІДРАТІВ

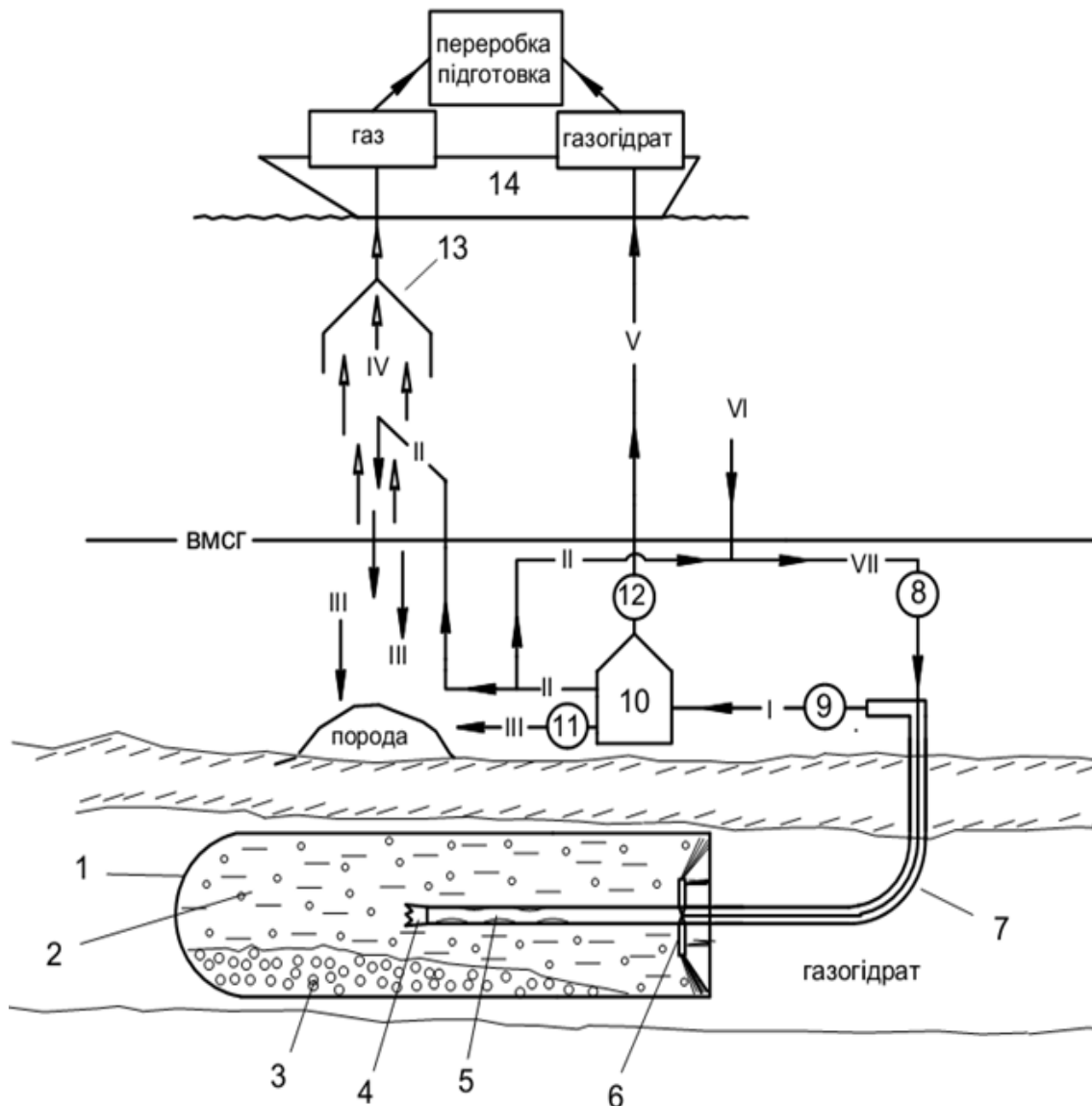
Постановка проблеми і стан її вивчення. Енергетична проблема, зокрема диверсифікація джерел вуглеводнів для України сьогодні стоїть гостро, є однією з найактуальніших для держави. Прогнозні оцінки показують, що кількості метану в газогідратах достатня для забезпечення потреб людства на 6 тис. років [1]. При цьому гідратомістні пласти – це переважно осадові породи, що містять 70-80% піску і глини та 20-30% льодоподібної маси гідратів крупністю льодових пластин до 7 см, а кристалів до 1-3 см, що обумовлює необхідність вилучення гідратів з первинної гірничої маси, тобто її збагачення [1]. Перспективність метанових газогідратів викликає зацікавленість до цієї тематики ряду наукових шкіл і компаній, які позиціонуються в секторі видобування енергетичних корисних копалин у Франції, Німеччині, США, Канаді, Росії, Індії, Японії та ін. [2-10].

Мета статті – аналіз елементів процесу збагачення газогідратів у комплексній технології їх морського видобування і транспортування.

Виклад основного матеріалу. Запропонований спосіб розробки газогідратного покладу передбачає чотири основні етапи [11]: 1) дезінтеграція гідратомісної породи з метою переведення у рухомий стан; 2) концентрування пульпи у виробці в результаті осідання частини породи на деякій відстані за зоною активного руйнування пласта; 3) відділення (збагачення) вільного газогідрату в гравітаційному сепараторі та зменшення об'єму пульпи на об'єм водогазогідратної суміші та осаду породи; 4) виділення газу в результаті дисоціації залишку газогідрату в процесі проходження породи через товщу морської води в інтервалі вище верхньої межі стабільності газогідрату цього складу.

На рисунку подано принципову схему способу розробки газогідратних покладів, де ВМСГ – верхня межа стабільності газогідрату; 1 – виробка у гідратонасиченому пласті; 2 – простір у виробці, заповнений водогідратомінеральною пульпою; 3 – осад щільних включень породи; 4 – бурове долото; 5 – пульпозабірник; 6 – гідромоніторний пристрій; 7 – свердловина; 8 – насос; 9 – гравітаційний сепаратор; 10 – газозбірний купол; 11 – видобувна платформа; потоки: I – водогідратомінеральна пульпа; II – пульпа збіднена на газогідрат; III – "пуста" порода; IV – газ, що виділився із пульпи в результаті дисоціації газогідрату; V – водогазогідратна суміш; VI – морська вода; VII – робоча рідина для руйнування породи з домішкою абразиву – суміш морської води і пульпи.

Загальні питання технології збагачення



Спосіб розробки морських газогідратних покладів

Гідратонасичений пласт газогідратного покладу розкривають свердловиною 7 (пласти середньої потужності – горизонтальною максимальної протяжності, потужні – вертикальними або похило спрямованими до підошви). Потім, починаючи від вибою свердловини, за допомогою гідромонітора 6 в результаті дії затоплених струменів високого тиску суміші води і подрібненої мінеральної частини породи як абразивного компоненту (потік VII) шляхом механічного подрібнення здійснюється дезінтеграція гідратовмісної породи з метою переведення в рухомий стан. Для збільшення об'єму виробки 1 штанги з насадками гідромонітору 6 в робочому положенні подовжуються, займаючи перпендикулярне положення до осі свердловини, обертаючись навколо неї, рухаються вздовж до контакту з фронтом руйнування породи. В результаті змішування подрібненої гідратовмісної породи з водою утворюється водогідратомінеральна

Загальні питання технології збагачення

пульпа 2, з якої на деякій відстані за активною робочою зоною осідає частина мінеральних включень породи 3 відповідної гучтини та фракційного складу. Це – попередній етап збагачення насиченого газогідратами ґрунту, який можна порівняти з відомою у збагаченні корисних копалин операцією промивки вихідного матеріалу.

Утворена гідратовмісна пульпа із виробки 1 через пульпозабірник 5 під тиском вищим за рівноважний гідратоутворення насосом 9 у вигляді потоку I прокачується через гравітаційний сепаратор 10, розташований на дні моря. Тут відбувається другий етап збагачення. При цьому від пульпи відділяється у вигляді осаду частини "пустої" породи, яка насосом 11 у вигляді потоку III відкачується на дно або через іншу свердловину – у відпрацьовану виробку, та у вигляді фракції, що спливає – суміші води і вільного газогідрату (природного та частково перекристалізованого), яка насосом 12, розташованим біля сепаратора 10, (якщо цільовим продуктом технології видобування є газогідрат) або газліфтним способом (на схемі не вказано) при створенні в трубопроводі умов часткової її дисоціації, (коли цільовим продуктом є газ) подається для переробки на видобувну платформу 14.

Далі від потоку II збідненої на газогідрат в результаті сепарації пульпи відбирається частина, яка після додавання морської води (потік VI) під тиском подається до гідромонітора 6 як робоча суміш для руйнування породи, а решта (потік II) – викачується в море під газозбірний купол 13 по трубі, відкритий кінець якої розташований на деякій відстані вище верхньої межі стабільності газогідрату (ВМСГ), де внаслідок її перебування в нерівноважних умовах та теплообміну з морською водою відбувається дисоціація на газ (потік IV) і воду газогідрату, що лишився в породі, в результаті чого порода III осідає на дно (третій етап збагачення), а газ накопичується під газозбірним куполом 13 та подається на платформу 14.

Цільові продукти технології збагачення видобутої газогідратної гірничої маси – газ і газогідрат.

Висновки

Запропонований спосіб розробки газогідратного покладу передбачає вилучення максимальної кількості морського газогідрату в його природній формі шляхом гравітаційного відокремлення від пустої породи, тобто без витрати енергії на фазовий перехід, а здійснення вимушеної дисоціації залишку газогідрату в породі – за рахунок низькопотенційної енергії морської води та враховуючи фізичні властивості газових гідратів і зміну параметрів морської товщі з глибиною.

У подальших дослідженнях слід зосередитися на вивченні кількісних характеристик процесу збагачення морського газогідрату і моделюванні цього процесу. Крім того треба розглянути наступний специфічний етап збагачення газогідратної маси – відокремлення води від гідратів.

Загальні питання технології збагачення

Список літератури

1. "Стан і перспективи освоєння видобутку газогідратів в українському секторі Чорного моря". Аналітична записка // Електронний ресурс, Режим доступу: <http://www.niss.gov.ua/articles/893/>
2. World Energy Outlook 2008. – OECD/IEA: International Energy Agency, 2008. – 578 p.
3. Matsumoto R. Methane Hydrates / Matsumoto R. // Encyclopedia of Ocean Sciences / R. Steele, John H., Thorpe, Steve A. and Turekian, Karl K. (eds.). – San Diego, USA: Academic Press, 2001. – 3399 p. – P. 1745-1757.
4. Способы разработки газогидратных месторождений / К.С. Басниев, В.В. Кульчицкий, А.В. Щebetов и др. // Газовая промышленность. – 2006. – №7. – С. 22-24.
5. Kvenvolden K.A. Gas hydrates – geological perspectives and global change // Rev. Geophysics. – 1993. – Vol. 31. – P. 173-187.
6. Накануне мировой субмаринной метаногидратодобычи / Е.Ф. Шнюков, П.Ф. Гожик, В.П. Краюшкин и др. // Доповіді Національної академії наук України. – 2007. – № 6. – С. 125-134.
7. Педченко Л.О., Педченко М.М., Білецький В.С. Технологія формування газогідратних блоків з метою транспортування та зберігання вуглеводневих газів // Електронний ресурс, Режим доступу: <http://ea.donntu.edu.ua:8080/jspui/bitstream/123456789/17120/1/Педченко%20формування%20газогидрату11.pdf>
8. Gas Hydrate Storage Process for Natural Gas / R.E. Rodgers, Y. Zbong, R. Arunkumar, J.A. Etheridge, L.E. Pearson, J.Mc. Cown, K. Hогancamp // GasTIPS. – 2005, Winter.
9. R.A. Dawe, M.S. Thomas, M. Kromah Dawe R.A. Hydrate Technology for Transporting Natural Gas // Engineering Journal of the University of Qatar. – 2003. – Vol. 16. – P.11-18.
10. Якушев В.С. Современное состояние газогидратных технологий. Обз. инф. / В.С. Якушев, Ю.А. Герасимов, В.Г. Квон и др. – М.: ООО "ИРЦ Газпром", 2008. – 88 с.
11. Патент України на корисну модель № 90857. Спосіб розробки морських газогідратних покладів / Педченко Л.О., Педченко Н.М., Педченко М.М.; заявник і власник патенту Педченко М.М. – № u2014 00540; опубл. 10. 06. 2014; Бюл. № 11, 2014 р. – 6 с.

© Педченко Л.О., Педченко М.М., Білецький В.С., 2014

*Надійшла до редколегії 15.09.2014 р.
Рекомендовано до публікації І.К. Младецьким*