

УДК 351.823.3

Ю. В. Бурх,
здобувач кафедри екологічного менеджменту,
Донецький державний університет управління, м. Маріуполь
С. Ф. Марова,
д. держ. упр., професор,
Донецький державний університет управління, м. Маріуполь

ПРОБЛЕМИ ВИДОБУВАННЯ ШАХТНОГО МЕТАНУ В УКРАЇНІ

Y. Buryh,
applicant at the Department of environmental management, Donetsk State University of Management, Mariupol
S. Marova,
D. P. A., Prof., Donetsk State University of Management, Mariupol

PROBLEMS OF PRODUCTION OF MINE METHANE IN UKRAINE

Обґрунтовано необхідність диверсифікації структури паливно-енергетичного балансу України шляхом заміщення частини природного газу, який імпортується з РФ, метаном вугільних родовищ за умов обов'язкового вирішення екологічних та соціальних проблем, пов'язаних з його розвідкою та видобуванням. Розглянуто сучасні технології видобування метану та комплексної дегазації вугільних родовищ, складові еколого-економічних збитків від їх застосування. Проведено SWOT-аналіз проекту комплексної дегазації метано-вугільних родовищ та розглянуто перспективи її реалізації.

It is substantiated the necessity of diversifying the structure of fuel and energy balance of Ukraine by replacing part of the natural gas that is imported from the Russian Federation with coalbed methane in the conditions of compulsory solution of environmental and social problems by gas exploration and production. It is considered the modern technology of methane production and integrated degassing of coal deposits, components of ecological and economic damages from their use. A SWOT analysis of the project integrated degassing of methane-coal deposits is conducted and the perspectives of its implementation are considered.

Ключові слова: метан вугільних родовищ, паливно-енергетичний баланс, крекінг, SWOT-аналіз.
Key words: coalbed methane, fuel and energy balance, cracking, SWOT-analysis.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

У переліку видів паливно-енергетичної сировини, яка розвідана і видобувається в Україні, є нафта, природний газ, вугілля, торф, уран тощо. Рівень забезпеченості запасами країни цими ресурсами неоднаковий, але необхідно констатувати, що навіть сумарні їх запаси не гарантують енергетичної незалежності держави. Це створює певну загрозу для економічної безпеки країни. Що стосується природного газу, запаси якого складають приблизно 40 % всіх енергетичних джерел в Україні, на жаль, забезпечує не більше третини потреб. Такий стан обумовлює необхідність розвитку видобування нетрадиційних видів природного газу (газ шельфу Чорного моря, газ щільних порід, сланцевий газ, метан вугільних пластів). Це передбачено й Енергетичною Стратегією України до 2030 р. Але враховуючи складність даної проблеми, суттєві екологічні та можливі соціальні наслідки, необхідно здійснити наукове еколого-економічне обґрунтування цього процесу.

Враховуючи сучасні соціально-політичні процеси, певну втрату статусу ключового транзитера російського блакитного палива в країні ЄС, слід зазначити, що Україна може посилити своє геополітичне значення в регіоні завдя-

ки розробці перспективних родовищ нетрадиційних видів палива, мінімізувавши залежність національної економіки від коштовного імпорту енергоносіїв.

МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою даної роботи є аналіз розвитку видобутку одного з видів нетрадиційних ресурсів газу метану — метану вугільних пластів, визначення оптимальних шляхів нарощування національного газовидобутку, створення передумов для забезпечення сучасного високотехнологічного рівня видобування вуглеводнів, вкладення інвестицій у інфраструктуру видобутку.

Науково-практичні аспекти видобутку метану вугільних родовищ були досліджені в роботах вітчизняних та зарубіжних науковців. Значний вклад в розвиток цієї тематики внесли В. Безплюфт, В. Касьянов [1], А. Булат [2, 3], М. Ільшов, В. Левит, Ю. Филатов [4], В. Михайлов [5], Г. Рябцев, С. Сапегін [6], Д. Уваров [7] та ін.

ВИКЛАДЕННЯ ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

У вугільних родовищах сконцентрована велика кількість вугільного газу, який представляє інтерес як енергетична та хімічна сировина. Вугільний газ складається з метану, оксидів

вуглецю, складних вуглеводнів, сірководню, азоту та водню. Ця суміш утворюється в процесі метаморфізму рослинного матеріалу у торф, вугілля, сланець. В кожній тоні кам'яного вугілля міститься від 5 до 25 м³ вугільного газу, а в антрацитах і напівантрацитах — від 35 до 40 м³. В перерахунку на умовне паливо метан вугільних родовищ займає четверте місце після вугілля, природного газу та нафти. Цей вид газового ресурсу називають ще шахтним метаном, хоча його видобуток здійснюється не тільки в шахтах. Так, в США основні обсяги видобутку цього газу отримують свердловинним способом на вугільних полях, де видобуток вугілля не здійснюється. Певна умовність вбачається в термінах "вугільний метан" чи "метан вугільних пластів", оскільки більша частина газу міститься не в вугіллі, а у вмшучючих породах (переважно пісковиках). Тому оптимальним терміном є "метан вугільних родовищ" (МВР), що включає метан, який міститься у:

- вугільних пластах діючих шахт;
- вугільних пластах за межами полів діючих шахт;
- вуглевмшучючих породах.

У власне вугільних пластах метан знаходиться у трьох станах. Основний його обсяг (більше 87 %) знаходиться у вільному стані в закритих порах вугілля. Частина метану (приблизно 10 %) перебуває в адсорбованому стані на поверхні пор, решта — в розчиненому стані у воді та в органічній складовій вугільної речовини [8].

Пласти вугілля являють собою тріщину вато-пористе тіло. Розміри порожнин коливаються від декількох ангстремів до міліметрів. Тріщини, макро- і мікропори у вугільному пласті з'єднуються між собою, а також з порами та тріщинами у вугільних породах, утворюючи різні за обсягами, ізольовані один від одного простори для вільного газу. Кількість газу, що міститься у цих просторах, залежить від ступеню метаморфізму вугілля та газопроникливості середовища, яка за іншими однаковими умовами тим менше, чим глибше пролягає пласт.

Досвід найбільш розвинутих вуглевидобувних країн показує, що здійснення видобутку метану можливе на всіх стадіях розробки родовища, а саме:

- під час геологічної розвідки, до початку виїмки вугілля з застосуванням різних засобів, які стимулюють десорбцію метану (гідророзрив, гідророзчленування, фізико-хімічна обробка тощо);
- у процесі виїмки вугілля, коли десорбція метану здійснюється за рахунок розвантаження вугільних пластів від гірського тиску;
- після завершення виїмки вугілля, шляхом витягу вільного метану, який заповнює вироблений простір відпрацьованих лав та закритих шахт (техногенні скупчення).

Як зазначалося у доповідях І Міжнародного симпозиуму "Ресурси нетрадиційної газової сировини і проблеми її освоєння" (С.-Петербург, 1990 р.), МВР є найбільш перспективним на найближчий період джерелом енергоресурсів. Цей факт підтверджується успішним розвитком цього напрямку у світі. Інтенсивні роботи з видобування МВР здійснюються в США, Австралії, Канаді, Китаї, Індії, Польщі, Німеччині, Великій Британії. Найбільшого успіху в розвитку цієї відносно нової галузі енергетики здобули США, де освоєння ресурсів МВР розпочали після нафтової кризи 1973 р. Видобування МВР відбувається в басейні Blak Warrior, який розташовано на південному сході США, в північній та центральній частині штату Алабама та північно-східній частині штату Міссісіпі на площі 46,6 тис. км² [9]. Загальні ресурси МВР у цьому басейні оцінюються у 561 — 566 млрд м³ [10]. Видобування МВР здійснюють компанії "Blak Warrior Methane" і "Jim Walter Resources". За період з 1990 по 2012 рр. шляхом вжиття низки заохочувальних заходів, перш за все, податкових знижок та пільгових кредитів, видобуток метану у США склав 800 млрд м³, а річний видобуток доведено до 60 млрд м³ [11].

Ідеологія комплексного освоєння метановугільних родовищ активно застосовується у КНР. При об'ємі видобутку вугілля 3,24 млн т у 2010 р. в Китаї вилучено 8,8 млрд м³ МВР. Лідером напрямку в країні є компанія "Shenhua Group" [12].

В Австралії видобуток МВР досяг 15 млрд м³. У цій країні здійснюється пілотний проект по закисненню метану, що міститься у рудничному повітрі, яке транспортується вентиляційною системою шахти. У вересні 2007 р. в Новому Південному Уельсі введена в експлуатацію промислова установка по закисненню метану, який вилучається з рудничного повітря.

Останнім часом шахтному метану все більше уваги приділяється навіть у благополучній з точки зору запасів енергосистів Росії. Так, в Кузбасі, де ресурсний потенціал МВР оцінюється в 13 трлн м³, на Талдинському вугільному родовищі здійснюється дослідно-промислове вилучення метану на спеціально відведеному для цього геологічному майданчику. Планується видобування до 1 млрд м³ МВР, а в подальшому — повністю забезпечити цим газом потреби регіону [13].

Кількісні оцінки запасів МВР в Україні коливаються в дуже широких межах. Так, фахівці Державної комісії України по запасах корисних копалин оцінюють їх у межах від 1,8 до 12 трлн м³. В часи СРСР фахівці Центрального науково-дослідницького інституту економіки вугільної промисловості (ЦНИЭУголь, м. Москва) оцінювали загальні ресурси метану в породах і вугільних пластах Донбасу в 22,2 трлн м³, з них промислові — 11,5 трлн м³, у т.ч. видобувні — 0,3—3,7 трлн м³. За даними Міжнародного енергетичного агентства потенційні ресурси МВР в Україні становлять понад 3 трлн м³.

У проєкті оновленої Енергетичної Стратегії України визначено, що потенційні ресурси МВР оцінюються від 12 до 25 трлн м³, однак технічна можливість вилучення значної частини цих запасів залишається під сумнівом, тому що в Україні вугільні пласти залягають на значних глибинах (від 5 до 5000 м) і мають переважно невелику товщину (до 2 м). При високій собівартості видобутку МВР (від 2300 до 3200 грн. за 1 тис. м³) він стає економічно привабливим лише при об'ємі видобутку 2—4 млрд м³ (оптимістичний сценарій на 2030 р.) [14].

Ресурси МВР України зосереджені в Донецькому та Львівсько-Волинському кам'яновугільних басейнах.

Розрізняють два основних підходи до відбору МВР:

- попутну або випереджаючу дегазацію пластів у діючих вугільних шахтах;
- попередню дегазацію для підготовки пластів до безпечної роботи майбутніх шахт (сюди ж відноситься і свердловинний видобуток метану з вугільних полів, де не проєктується спорудження шахт).

В Україні до першого варіанту можна віднести позитивні, але поодинокі приклади проведення інтенсивних дегазаційних робіт на шахтах ім. О.Ф. Засядько, Щегловська-Глибока, Комсомолець Донбасу, Червоноармійська Західна, Червоноармійська, які без дегазації не можуть підтримувати високі показники видобутку вугілля. На цих шахтах газ використовується переважно для власних потреб: як паливо для котельних, для виробництва електроенергії й заправки автотранспорту.

У цілому ж підземна дегазація здійснюється на 44 шахтах, однак із загальної кількості метану дегазації, яка складає біля 330 млн м³, утилізується лише 140 млн м³, тобто 42 % (в Німеччині, наприклад, утилізується близько 80 %) [2].

На жаль, основна за обсягами видобутку МВР у світі технологія — попередньої дегазації пластів — в Україні сьогодні перебуває тільки на стадії експериментів. Пілотний проєкт у цьому напрямку здійснює компанія "Донецьксталь" (ПрАО "ДМЗ"). Основа програми — впровадження техно-

Таблиця 1. SWOT-аналіз

Можливості	Погрози
<ol style="list-style-type: none"> 1. Наявність достатньо великих родовищ МВР; 2. Зменшення залежності від закупок російського природного газу; 3. Отримання доступу до новітніх технологій газовидобутку; 4. Створення конкурентного середовища в газовій сфері; 5. Збільшення привабливості вітчизняного ринку для потенційних інвесторів. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Подальший розвиток конфлікту з РФ із-за відмови від поставок російського газу; 2. Знаходження значної кількості вугільних родовищ на невідконтрольній Україні території (так звані ДНР і ЛНР); 3. Великі глибини залягання вугільних пластів; 4. Швидка виснажливість родовищ внаслідок малої товщини пластів; 5. Велика собівартість видобування МВР; 6. Негативні екологічні наслідки; 7. Протидія з боку населення, а інколи і з боку природоохоронних органів; 8. Можливе зростання соціальної напруги внаслідок необхідності зміни місць мешкання, втрати роботи, зміни традиційного укладу життя.
Сильні сторони	Слабкі сторони
<ol style="list-style-type: none"> 1. Збільшення видобутку енергоносіїв за рахунок витягу й утилізації МВР; 2. Створення розгалуженої інфраструктури для розробки родовищ та видобування газу; 3. Збільшення валютних резервів за рахунок зменшення імпорту природного газу; 4. Збільшення податкових надходжень; 5. Укріплення енергетичної безпеки держави; 6. Підвищення безпеки праці та збільшення видобутку вугілля за рахунок попередньої дегазації гірських масивів; 7. Створення нових робочих місць; 8. Зменшення викидів метану в атмосферне повітря. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Нерозвиненість нормативно-правової бази, яка регулює розробку й видобування МВР; 2. Відсутність однозначної оцінки вітчизняних запасів МВР; 3. Брак інвестиційних коштів для створення нових об'єктів газової інфраструктури та її переоснащення; 4. Дефіцит необхідного сучасного обладнання та кваліфікованих кадрів; 5. Слабка інформованість населення про переваги розробки та видобування МВР та засобах мінімізації супутніх ризиків.

логії попередньої дегазації вуглепородного масиву за допомогою свердловин, що пробурені з поверхні. У якості полігону для опрацювання технології було обрано ШУ "Покровське", яке веде видобуток вугілля у Красноармійському вугленосному районі, розташованому в 16 км від м. Красноармійськ Донецької області. В родовищі накопичено 280 млн т вугілля, що коксується, та 8,9 млрд м³ МВР. Наявність метану ускладнює проведення гірничих робіт внаслідок необхідності підтримувати його безпечну концентрацію в атмосфері виробок.

Для реалізації проекту "Донецьксталь" придбала сучасний буровий комплекс Ultra Singl 150 канадської компанії TTS SENSE [15]. Свердловини з'єднується системою газопроводів з когенераційним комплексом, в якому витягнутий з масиву метан утилізується. З моменту старту програми у 2011 р. пробурено більше 65 свердловин, прокладено більше 25 км трубопроводів для транспортування метану від свердловини до когенераційного комплексу [16].

Слід зауважити, що здатність МВР витримувати економічну конкуренцію зі звичайним природним газом залежить від таких основних взаємопов'язаних чинників, як:

- комплексне видобування метану на всіх етапах освоєння вугільного родовища або шахтного поля;
- достатній дебіт і продуктивне життя дегазаційних свердловин;
- низькі капітальні та експлуатаційні витрати;
- наявність надійного і конкурентоспроможного ринку МВР;
- значні обсяги видобування МВР, тобто масштаби видобутку з площі ділянки або шахтного поля.

Для виконання цих умов необхідно впровадження сучасних технологій газовидобутку, перш за все гідравлічного розриву пласта (ГРП) — або крекінгу. Сутність крекінгу заключається в тім, що в пробурену з поверхні до пласта і далі по пласту свердловину під високим тиском закачують рідину (воду). Необхідний тиск розриву знаходиться в межах 2—15 МПа [17]. В результаті в пласті розкриваються вже існуючі тріщини і утворюються нові. Для розклинювання тріщин до робочої рідини додають крупнозернистий пісок. Витрати рідини при закачуванні складають 0,013—0,200 м³/с. Для однієї операції крекінгу використовують 80—100 м³ води і 13—16 м³ піску або іншого агента для розклинювання. ГРП здійснюється в горизонтальній (пластовій)

частині свердловини, яку не укріплюють обсадними трубами. Стійкість їх стінок підтримується за рахунок утворення глинистої корки від промивної рідини в процесі буріння, а також внутрішньопорової глини.

Після утворення тріщин здійснюється подача піску в свердловину і продувка його в тріщини для підтримки їх в розкритому стані протягом всього періоду вилучення метану.

При застосуванні крекінгу можливі екологічні ризики, а саме:

- забруднення водних горизонтів і водних об'єктів;
- використання значних обсягів прісної води;
- застосування небезпечних хімічних речовин у складі бурових розчинів;
- посилення рівня сейсмічності при масовому застосуванні ГРП;
- виведення із сільськогосподарського обороту значної долі земельного фонду;
- утворення відходів буріння, які нагромаджуються біля родовищ і потребують утилізації;
- виникнення викидів забруднюючих речовин в атмосферу, які підсилюють парниковий ефект.

Тому стратегія енергетичної диверсифікації економіки України в контексті використання МВР повинна враховувати всі можливі ризики та переваги, які при цьому отримуються.

Для об'єктивної оцінки економічного проекту видобутку МВР склали матрицю SWOT-аналізу. Аналіз комбінації "слабкі сторони — погрози" свідчить, що виявлені соціальні, економічні, екологічні ризики можуть суттєво обмежити розвиток видобування МВР в Україні.

Вплив погроз зовнішнього середовища, які підсилюють проявлення можливих факторів ризику, на сильні сторони проекту негативно впливає на його розвиток. Перш за все, це стосується погрози з боку РФ. Зняття цієї погрози здатне швидко привести до отримання потенційних стратегічних переваг, наприклад, до укріплення енергетичної безпеки держави.

Використання можливостей видобування МВР для подолання слабких сторін розробки вітчизняних родовищ дозволяє визначити потенціал внутрішніх перетворень, які необхідно здійснити для реалізації стратегічних планів розвитку вітчизняної газової галузі. Перш за все, це має бути створення нормативно-правової бази для регулювання освоєння газоносних територій, адаптованої до міжнародних стан-

дартів. Крім того, необхідна розробка методів оцінювання потенційних ресурсів.

ВИСНОВКИ

Попит на альтернативні джерела енергії, до яких, зокрема, відноситься і метан вугільних родовищ, з кожним роком зростає. Враховуючи екологічні та соціально-економічні ризики від видобутку МВР по технології крекінгу, єдиним правильним рішенням є екологізація способу його видобутку, а також створення ефективної та максимально прозорої системи управління, моніторингу та контролю за цим процесом з боку держави та громадських організацій.

Необхідно вдосконалювати процедуру ідентифікації та визначення принципів оцінки ризиків видобування МВР, розробити методичні підходи до оцінки екологічних збитків, обумовлених його видобутком, створити ефективний орган управління цим напрямом розвитку енергетичної сфери України.

Література:

1. Безплюфт В. Экономическая оценка различных технологий утилизации шахтного метана / В. Безплюфт, В. Касьянов // Уголь Украины. — 2008. — № 1. — С. 35—37.
2. Булат А.Ф. Создание индустрии шахтного метана в топливно-энергетическом комплексе Украины / А.Ф. Булат // Геотехническая механика. — 1998. — Вып. 10. — С. 3—8.
3. Булат А.Ф. Концепция комплексной дегазации угольного массива для русловой шахты им. А.Ф. Засядько / А.Ф. Булат // Геотехническая механика. — 2002. — Вып. 37. — С. 10—17.
4. Ильяшов М.А. Очерки о метаноугольной отрасли / М.А. Ильяшов, В.В. Левит, Ю.В. Филатов. — К.: Наукова думка, 2011. — 280 с.
5. Нетрадиційні джерела вуглеводнів України: монографія. У 8 кн., кн. 7. Метан вугільних родовищ, газогідрати, імпактні структури і Українські западини українського щита / В.А. Михайлов та ін.. — Національна компанія "НАК Нафтогаз України". — К.: "Ніка-Центр", 2013. — 360 с.
6. Сучасні проблеми державної політики у сфері видобутку нетрадиційних вуглеводнів в Україні: Зб. наук. пр. / За ред. Г.Л. Рябцева, С.В. Сапегіна. — К.: Псіхея, 2013. — 240 с.
7. Уваров Д. Метановый вектор / Д. Уваров // Конти-мент — Сибирь. — 2008. — № 46 (619). — С. 36—43.
8. Звягильский Е.Л. Добыча метана из угольных месторождений Донбасса (обзор) / Е.Л. Звягильский, Б.В. Бокій, О.И. Касимов — Донецк: "Ноулидж", 2011. — 150 с.
9. Анциферов А.В. Методические особенности выделения перспективных площадей для добычи метана угольных месторождений / А.В. Анциферов, А.А. Голубев, А.А. Майборода // Сб. научн. трудов УкрНИМИ. — 2007. — № 1. — С. 7—20.
10. Mills R.A. History of Methane Drainage at Jim Walter Resources / R.A. Mills, J.W. Stevenson // Inc. Coaled Methane Symposium. — Tusaloosa, 1991. — P. 143—152.
11. Агафонов А.Р. Перспективы заблаговременной дегазации углеродного массива / А.Р. Агафонов, Д.Д. Кожушок, Е.А. Юшков, И.А. Дедич // Уголь Украины. — 2013. — № 12. — С. 21—23.
12. Xianzheng Wang the Outlook of the Development of Chinese Coal Industry // 22nd World Mining Congress & Expo. — Istanbul, Turkey, 11—16 September, 2011. — Vol. 3. — P. 13—23.
13. Вдовіченко А.І. Оптимальні шляхи збільшення видобутку газу в Україні [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://uainfo.org/blognews/400105-optimalnshlyahi-zblshennya-vidobutku-gazu-v-ukrayin.html>.
14. Baker T. Газодобыча в Украине / Т. Бакер // Энергоэффективность и энергосбережение. — 2012. — № 8.9. — С.44—53.

15. Филатов Ю.В. Заблаговременная дегазация метаноугольных месторождений / Ю.В. Филатов // Уголь Украины. — 2011. — № 6. — С. 30—32.

16. Халимендииков Е.Н. Сооружение трубопроводов для транспортировки газа из дегазационных скважин / Е.Н. Халимендииков // Уголь Украины. — 2013. — № 9. — С. 48—53.

17. Табаченко Н.М. Добыча метана и подземная газификация угольных и сланцевых запасов / Н.М. Табаченко, В.С. Фольштынский, Д.Е. Дычковский, Д.Д. Кожушок // Уголь Украины. — 2012. — № 5. — С. 31—35.

References:

1. Bezpliuft, V. and Kas'ianov, V. (2008), "Economic evaluation of various technologies for utilization of coal mine methane", Uhol' Ukrainy, vol. 1, pp. 35—37.
 2. Bulat, A.F. (1998), "The creation of the industry of coal mine methane in the fuel and energy complex of Ukraine", Heotekhnicheskkaia mekhanika, no. 10, pp. 3—8.
 3. Bulat, A.F. (2002), "The concept of integrated degassing of coal for riverbed mine A. F. Zasyadko", Heotekhnicheskkaia mekhanika, no. 37, pp. 10—17.
 4. Yl'iashov, M.A. Levyt, V.V. and Fylatov, Yu.V. (2011), "Essays about methane in the coal industry", K.: Naukova dumka, p. 280.
 5. Mykhajlov, V.A. ta in. (2013), "Unconventional sources of hydrocarbons of Ukraine", monohrafiia. U 8 kn., kn. 7. "Coalbed methane, gas hydrates, impact structures and Ukrainian depression of the Ukrainian shield", Natsional'na kompaniia "NAK Naftohaz Ukrainy", K.: "Nika-Tsentr", p. 360.
 6. "Modern problems of the state policy in the sphere of production of unconventional hydrocarbons in Ukraine" (2013), Zb. nauk. pr., Za red. Riabtseva, H.L. and Sapiehina, S.V., K.: Psikheia, p. 240.
 7. Uvarov, D. (2008), "Methane vector", Kontyent — Sybyr', vol. 46 (619), pp. 36—43.
 8. Zviahyl'skyj, E.L. Bokyj, B.V. and Kasymov, O.Y. (2011), "Extraction of methane from coal deposits of Donbass (review)", Donetsk: "Noulydzh", p. 150.
 9. Antsyferov, A.V. Holubev, A.A. and Majboroda, A.A. (2007), "Methodical peculiarities of selection of promising areas for the extraction of methane from coal deposits", Sb. nauchn.trudov UkrNYMY, vol. 1, pp. 7—20.
 10. Mills, R.A. and Stevenson, J.W. (1991), "History of Methane Drainage at Jim Walter Resources", Inc. Coaled Methane Symposium, Tusaloosa, pp. 143—152.
 11. Ahafonov, A.R. Kozhushok, D.D. Yushkov, E.A. and Dedyh, Y.A. (2013), "Prospects early degassing of the carbon array", Uhol' Ukrainy, vol. 12, pp. 21—23.
 12. Xianzheng Wang (2011), "the Outlook of the Development of Chinese Coal Industry", 22nd World Mining Congress & Expo, Istanbul, Turkey, 11 — 16 September, vol. 3, pp. 13—23.
 13. Vdovichenko, A.I. (2014), "Best ways to increase gas production in Ukraine", available at: <http://uainfo.org/blognews/400105-optimalnshlyahi-zblshennya-vidobutku-gazu-v-ukrayin.html> (Accessed 5 May 2015).
 14. Baker, T. (2012), "Gas production in Ukraine", Enerhoefektyvnost' y enerhosberezhnye, vol. 8.9, pp. 44—53.
 15. Fylatov, Yu.V. (2011), "Preliminary degasification of methane from coal deposits", Uhol' Ukrainy, vol. 6, pp. 30—32.
 16. Khalymendykov, E.N. (2013), "The construction of pipelines to transport gas from degasification wells", Uhol' Ukrainy, vol. 9, pp. 48—53.
 17. Tabachenko, N.M. Fol'shtynskyj, V.S. Dychkovskyj, D.E. and Kozhushok, D.D. (2012), "Methane extraction and underground gasification of coal and shale reserves", Uhol' Ukrainy, vol. 5, pp. 31—35.
- Стаття надійшла до редакції 19.08.2015 р.*