

622.012:519.87(477)

• „ • • „ , • „

• -
, -
•

Ключові слова: шахтний метан, оцінка, математична модель, диференційні рівняння, ефективність, дегазація, утилізація.

Вступ. Проблема енергозбереження в багатьох країнах світу розглядається як один із важливих аспектів енергетичної безпеки держави. Для України – це питання існування держави. Перший чинник, який це визначає, – перехід на світові ціни енергоносіїв, зростання ціни нафти і газу в кілька разів, зростання ціни на уранову руду. Причина цих процесів – вичерпання запасів вуглеводнів на планеті. Існує ще два аспекти: необхідність зменшення забруднення довкілля, другий чинник пов'язаний з енергетичною залежністю України. Зниження негативного впливу підприємствами вугільної промисловості на атмосферне повітря, покращення екологічного стану, підвищення якості оточуючої середовища може бути досягнуто шляхом утилізації шахтного метану, яка дає як економічний, так і екологічний ефекти.

Метан, який вилучається дегазаційними установками із вугільних пластів, є парниковим газом, який за ефективністю впливу на потепління клімату перевищує вуглекислий газ у 21 раз.

Викиди метану в атмосферу у циклі вугілля-паливо складають 10% від загальних антропогенних джерел. Виділення метану під час підземного видобутку представляють небезпеку для ведення гірничих робіт. Разом з тим, шахтний метан є цінною енергетичною сировиною, яку можна використовувати для отримання теплової і електричної енергії, моторного палива і хімічних продуктів. Дефіцит власних традиційних органічних джерел енергії (газу і нафти), занепад вугільної промисловості, моральний і технічний знос устаткування і обладнання на підприємствах паливно-енергетичного комплексу України визначають *актуальність* еколого-економічної оцінки і вибору варіантів використання шахтного метану.

Постановка задачі. Мета роботи полягає у дослідженні напрямків розвитку індустрії шахтного метану у паливно-енергетичному комплексі. Для цього зробимо аналіз економічної діяльності підприємств вугільної промисловості Донбасу, шляхи вилучення і утилізації шахтного газу метану; розробимо економіко-математичну модель оцінки ефективності системи вилучення вугільного метану.

Результати. Проблеми гірничо-геологічних умов і комплексного освоєння метану вугільних родовищ України у своїй роботі підіймає професор інституту геотехнічної механіки ім. Н.С. Полякова В.В. Лукінов, який визначає розв'язання проблеми метану з ефективністю і безпечністю розробки вугільних родовищ на великих глибинах. За походженням, складом і змістом вчений розглядає три напрямки вилучення шахтного метану: вилучення метану із вугільних пластів, вилучення метану вугільних шахт шляхом буріння, вилучення й утилізація метану із гірничих виробіток закритих вугільних шахт. Відповідно за цими напрямками вже ведуться експериментальні роботи компанією «Екометан», здійснюються наукові дослідження Національної академії наук України і спільно зі спеціалістами Міністерства вугільної промисловості розроблена і реалізується «Комплексна програма дегазації і використання шахтного метану». Проблеми енергетики і енергозбереження у своїх доповідях піднімають директор Інституту загальної енергетики НАН України академік НАН України М.М. Кулик, А.О.Александров, Академік НАН України, ректор Національного гірничого університету Півняк Г.Г. Не зважаючи на явну економічну і екологічну вигідність розвитку метанової галузі, що є одним з можливих варіантів набуття Україною енергетичної незалежності, велика кількість досліджень так і не була проведена у минулі роки у повному обсязі через брак фінансування і відсутність сучасного устаткування. За словами Сергія Орленка, в.о. директора ГП «Центр альтернативних видів палива», одна з причин неефективного використання власних енергоресурсів – недосконале нормативно-правове регулювання вилучення і використання шахтного метану, зокрема – питання оподаткування отриманих обсягів альтернативних видів енергії, питання оподаткування і мита на імпорт устаткування для проектів обопільного здійснення.

Таким чином, в Україні існують науково-технічні і техніко-технологічні розробки і досвід галузевих організацій і інститутів Національної академії наук України. Економічні, екологічні і політичні умови вказують на доцільність здійснення інноваційних проектів промислового видобутку і утилізації метану. Це зобов'язує державні інститути створити сприятливі умови для залучення капіталу у вугільну промисловість, надати гарантії щодо діяльності інвесторів і вітчизняних підприємств галузі на ринку енергетичних ресурсів протягом тривалого часу, і виконувати домовленості перед міжнародними інституціями з питань паливно-енергетичного балансу і екологічної безпеки.

Аналіз економічної діяльності підприємств вугільної промисловості Донбасу. Враховуючи збитковість багатьох підприємств вугільної промисловості, визначимо шахти і шахтоуправління з середнім річним рівнем видобутку вугілля. За даними Міністерства вугільної промисловості визначено 16 найбільших здобувців вугілля – вугільних підприємств у 2007 р. (табл. 1).

Таблиця 1

Економічні показники діяльності підприємств вугільної промисловості Донбасу за 2007–2008 рр.

№	Назва підприємства	Частка у загальному видобутку вугілля у 2007 році, %	Повна собівартість однієї тонни товарної вугільної продукції (грн.)				
			квітень 2008 року		з початку 2008 року		
			факт	"+" / "-" до розрахунку	факт	"+" / "-" до розрахунку	"+" / "-" до 2007 року
Метінвестхолдинг							
1	ВАТ «Павлоградвугілля»	16,4	–	–	–	–	–
2	ВАТ «Краснодонвугілля»	7,6	–	–	–	–	–
Концерн «Енерго»							
3	ВАТ ВК «Красноармійська-Західна №1»	8,1	282,21	30,59	236,50	12,62	64,88
Луганська область							
4	Свердловантрацит	8,5	336,22	-31,29	342,37	-7,82	113,87
5	Ровенькиантрацит	6,9	369,47	-10,04	347,05	1,31	95,24
6	Луганськвугілля	3,8	508,55	63,73	516,54	49,98	158,64
7	Антрацит	2,5	449,52	91,78	379,62	38,01	55,79
Донецька область							
8	Комсомолец Донбасу	4,5	–	–	–	–	–
9	Шахта ім. Засядька	4,0	–	–	–	–	–
10	Макіїввугілля	3,4	808,54	173,26	737,66	21,82	68,26
11	Селидіввугілля	2,6	505,59	109,24	542,10	91,78	71,08
12	Донецька вугільна енергетична компанія	2,4	800,12	259,32	815,31	163,90	299,65
13	Краснолиманська	2,3	568,59	-70,55	651,64	38,96	372,86
14	ш/у «Донбас»	2,0	704,97	53,50	679,75	56,85	318,28
Львівська область							
15	Львіввугілля	3,7	783,88	231,70	447,33	75,23	20,49
16	Інші підприємства	17,1	–	–	–	–	–

За наведеними даними у таблиці видно, що на деяких підприємствах впроваджується політика поступової зміни собівартості шляхом підвищення ефективності праці (адже найбільша частка у повній собівартості продукції припадає саме на виплату заробітної плати працівникам, зайнятим у виробництві, і відрхування соціальних платежів до фондів соціального страхування), автоматизацією виробничого процесу шляхом впровадження нового устаткування, що дає змогу зменшити загально виробничі витрати і підвищити рівень безпеки на вугільних підприємствах. Збільшення повної собівартості продукції призводить до збільшення витратної частини бюджету підприємства, негативно впливаючи на дохідну частину.

Вугільна галузь безпосередньо впливає на розвиток і економічну діяльність підприємств на ринку електроенергії, теплової енергії, енергетичних ресурсів, зокрема – шахтного газу метану. Метан для вугільної промисловості за умов його ефективного видобутку є потенційно одним із головних супутніх корисних копалин. Створення безвідходної технології видобутку вугілля полягає у налаштуванні ефективної утилізації шахтного метану, який виноситься системою метанобезпеки у повітря. Динаміка видобутку вугілля має прямий вплив на динаміку видобутку і використання шахтного газу метану (рис. 1).

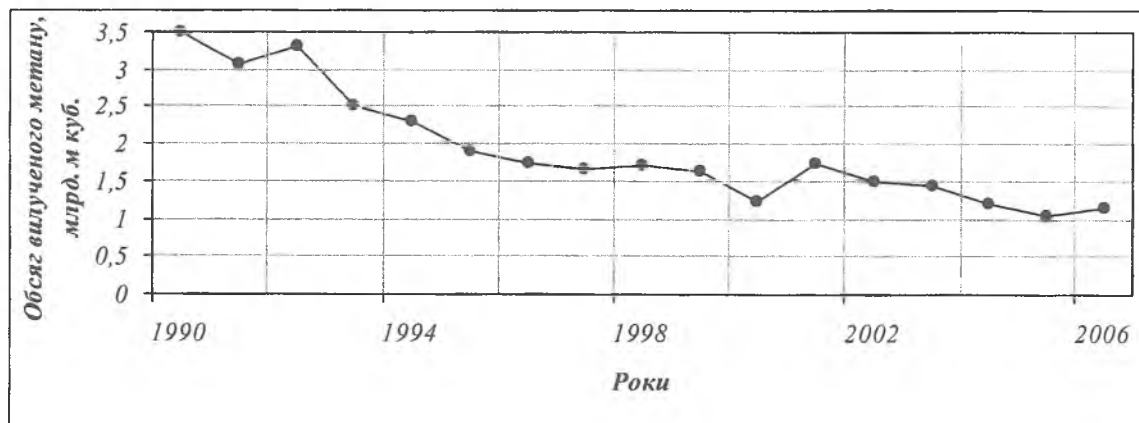


Рисунок 1. Динаміка емісії газу метану українськими шахтами, 1990 – 2006 рр.

Як видно на рисунку 1, викиди метану порівняно з 1990 р. зменшились, а протягом останніх років залишаються на одному рівні. Це, в першу чергу, пов'язано зі зменшенням обсягів видобутку вугілля через зростання собівартості вугілля виробничих потужностей, ускладнення гірничо-геологічних умов видобутку (табл. 1). На рисунку 2 зображена динаміка видобутку рядового коксівного вугілля України у 2006-2008 рр.

В Україні, починаючи з 1990 р., спостерігалось безперервне зниження виробничих потужностей вугледобуваючих підприємств: 22% загальної кількості підприємств експлуатуються більше 70 р., 25% – 50-70 р., 44% – 30-50 р. Підприємства з виробничою потужністю від 300 до 599 тис. т/рік складають 35%, потужністю до 300 тис. т/рік – 28%, 600-900 тис. т/рік – 21% і шахти потужністю до 1000 тис. т/рік і більше – 16% (рис. 3).

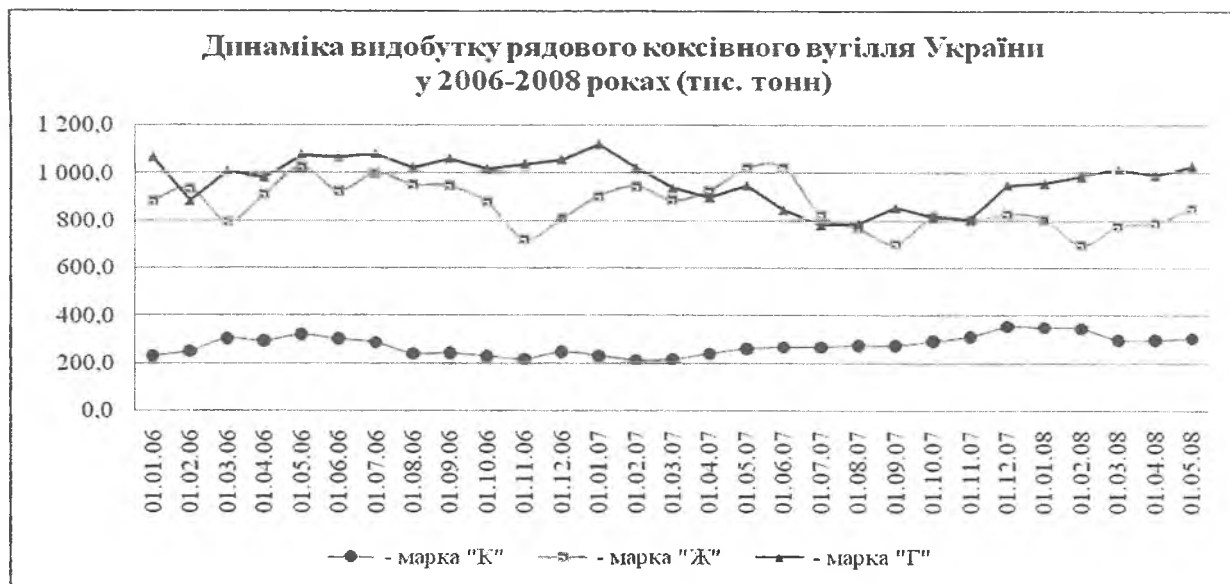


Рисунок 2. Динаміка видобутку рядового коксівного вугілля України у 2006 - 2008 рр. (тис. т) (за даними енергетичної корпорації ДТЕК).

Проблема інноваційного розвитку полягає у тому, що для його забезпечення потрібно споживати все більшу кількість ресурсів. В Україні енергетичною стратегією на період до 2030 р. передбачається збільшити споживання вугілля до 130,3 млн. тонн або на 97,7% (майже у 2 рази), найбільший приріст цього показника (+21,1%) спостерігатиметься у 2021–2030 рр. Крім того ріст світових цін на коксівне вугілля позитивно відзначається на вартості акцій українських вугільних компаній.

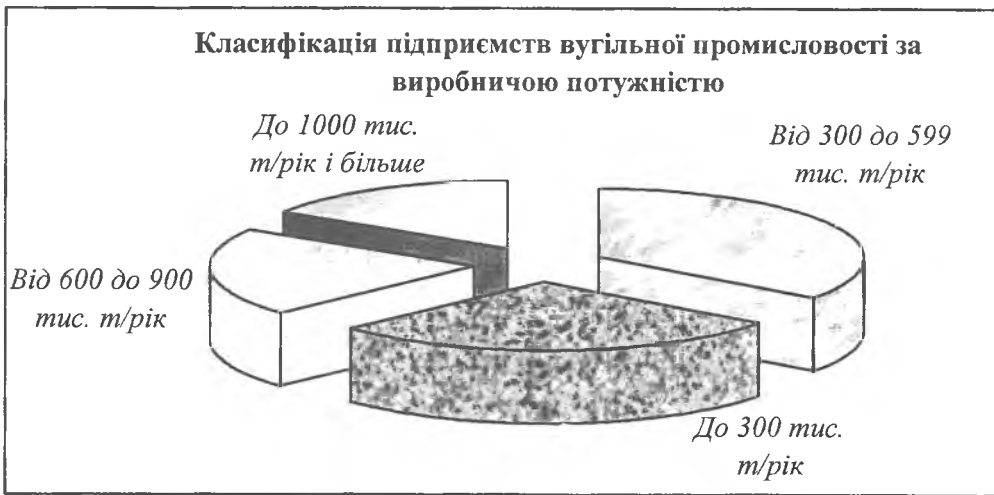


Рисунок 3. Класифікація підприємств вугільної промисловості за виробничою потужністю

Залучення іноземних інвесторів дозволить змінити стан справ вугільної галузі. Додатковим стимулом притоку інвестицій у вугільну промисловість стане процес приватизації прибуткових шахт, особливо тих, які видобувають коксівне і енергетичне вугілля, що сприятиме інтенсивному розвитку галузі.

Класифікація шахтного газу метану і потенціальні напрямки використання. Несприятливий тепловий стан рудничної атмосфери у гірничих виробітках глибоких шахт є одним з головних факторів, який стримує розвиток видобутку вугілля. Особливо гостро ця проблема стоїть для шахт Донбасу, на багатьох з яких глибина ведення очисних і підготовчих робіт складає 900-1300 м. При температурах гірничого масиву на таких глибинах 40-50 °С температура повітря у виробітках без прийняття дійових заходів щодо її зниження може досягати 32-65 °С і більше [1]. На сьогодні у зв'язку із зазначеним ряд найбільш глибоких шахт (ім. А.А. Скочинського, ім. А.Ф. Засядьмо, ім. В.М. Бажанова, «Шахтарська-Глибока», «Прогрес» тощо) знаходяться у ситуації так званого «теплого бар'єру», коли підготовка нових ділянок видобутку і видобуток через температурний фактор стають неможливими без розв'язання питання нормалізації теплового режиму гірничих видобутків [2].

Запобігання виділенню метану здійснюється у двох напрямках: розроблення виділеного метану повітрям до небезпечної концентрації і викиди на поверхню вентиляторами головного провітрювання. В середньому на одну тону видобутого вугілля в багато газових шахтах подається до 10 м³/хв. повітря. При цьому витрати електроенергії досягають більше ніж 1 млрд. кВт/год. рік. Другим напрямком є дегазація джерел утворення метану – штучне збирання та ізолювання від гірничих виробок, відведення по газопроводах на поверхню висококонцентрованих метаноповітряних сумішей під вакуумом, що утворюється спеціальними вакуумними насосами.

Досвід найбільш розвинених вугледобуваючих країн, в яких здійснюється промисловий видобуток метану показує, що вилучення метану можливе і доцільне на наступних стадіях розробки вугільних родовищ (рис. 4):

1. До початку видобутку вугілля газ можна вилучати лише із застосування різноманітних способів, стимулюючих його десорбцію (гідророзбрик пластів, спрямоване мультиратеральне буріння свердловин, відкачка води). Такий газ в міжнародній практиці називається CBM – coal-bed methane – метан вугільних пластів, оскільки в його складі міститься більше 90% метану.

2. На діючих шахтах у процесі видобутку вугілля вилучення газу здійснюється методами поточної дегазації, коли за рахунок розвантаження вугільного породного масиву від гірничого тиску відбувається десорбція метану із вугілля і його фільтрація з тріщин пород-колекторів. Цей газ називають CMM – coal mine methane – метан вугільних шахт, а зміст метану в його складі змінюється від 30 до 50%.

3. Вилучення метану, який заповнює гірничі виробітки і продуковані простори відпрацьованих лав і закритих шахт, здійснюється після завершення видобутку вугілля: САМ – coal abandoned methane – метан закритих шахт. Зміст метану в складі цього газу, за даними німецьких дослідників складає 50-70%.

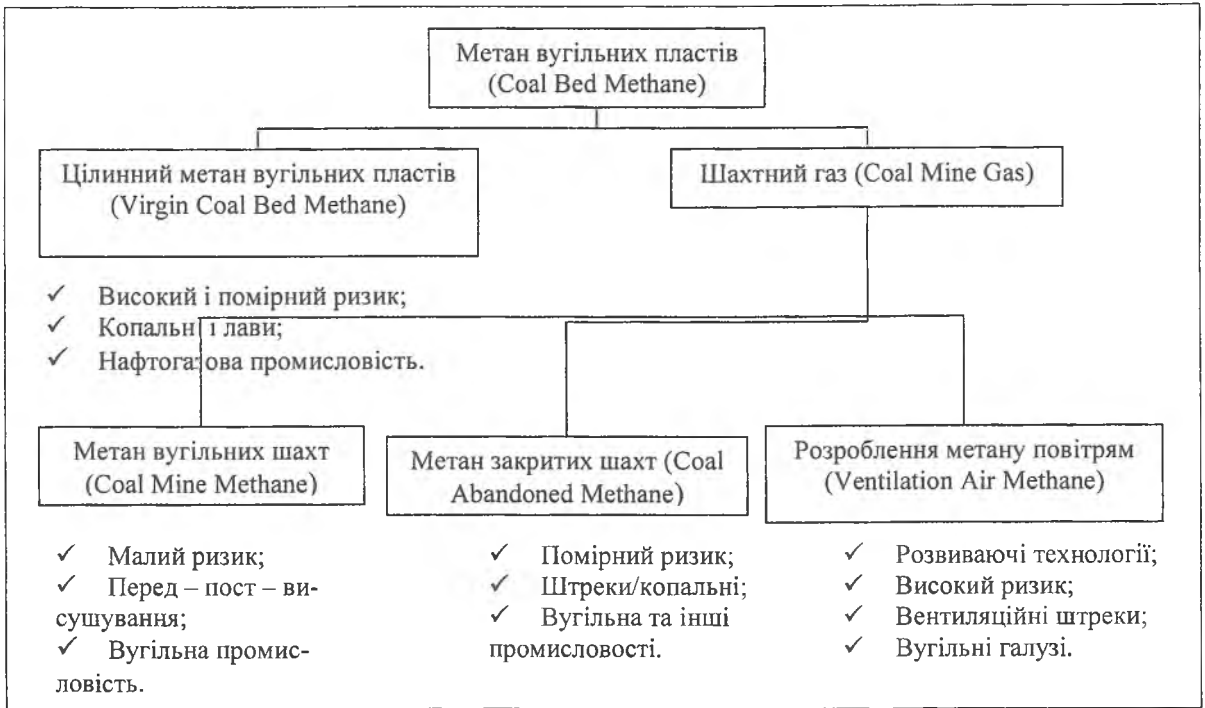


Рис. 4. Класифікація шахтного газу метану

Задача управління, вилучення та утилізації газу метану і супутніх газів у межах Кіотського протоколу полягає у виборі способів утилізації. Через ряд факторів (ризик, дослідженість процесів, обсяги капіталовкладень у розвиток підгалузі) в Україні частіше використовується метан вугільних шахт. Для вилучення метану закритих шахт потрібно провести ще багато досліджень і мати підтримку з боку держави щодо подальшого використання енергоресурсу. Виконання програми комерційного видобутку й утилізації метану в Україні може дати наступні результати:

- використання шахтного метану для генерації електроенергії (дизель-генератори, газові турбіни, двигуни внутрішнього згорання);
- комерційне використання шахтного метану для заправки автотранспорту; збагачення дегазаційної суміші й продаж метану в магістральний газопровід природного газу;
- використання для власних потреб шахт; використання в якості технологічної сировини (металургія, добрива, метанол);
- використання для комунальних потреб прилеглих селищ і міст; зменшення вартості вугілля за рахунок прибутків від комерційного видобування метану вугільних родовищ.

Вирішення цих завдань стримується відсутністю коштів. Залучення іноземних інвесторів дозволить змінити стан справ вугільної галузі. Отже, проблема коштів переходить із площини їх відсутності у площину створення сприятливого інвестиційного клімату для їх залучення.

Економіко-математична модель оцінки ефективності системи вилучення вугільного метану. Постановка розв'язання задачі з оцінки і вибору найбільш ефективного варіанту використання шахтного метану: необхідно максимально знизити вплив об'єктів гірничої промисловості, які реалізують заходи з дегазації, на стан атмосферного повітря за рахунок проведення заходів, спрямованих на використання шахтного метану, витрачаючи при цьому мінімальну кількість грошових коштів (мінімізуючи витрати) [3].

У зв'язку із нерівномірністю розподілення у часі витрат, пов'язаних з реалізацією заходів з використання шахтного метану, у запропонованій економіко-математичній моделі проводиться зведення різночасових витрат через коефіцієнти дисконтування.

Цільова функція має вигляд:

$$E_j = \sum_{t=1}^N \sum_{i=1}^M \frac{[(Pr_{jti}^C - C_{jti}^C) V_{jti}^C] + E_{jti}^{US}}{Z_{jti}^C + Z_{jti}^{US}} \times d_i \Rightarrow \max,$$

де j - індекс варіанту використання шахтного метану, $j = \overline{1,4}$; i - індекс підприємства, $i = \overline{1,M}$; t - індекс року, $t = \overline{1,N}$; E - економічний ефект від реалізації заходів з використання шахтного метану, грн.; Pr^C - ціна на вугілля, грн./т; C^C - собівартість вугілля, грн./т; V^C - обсяг реалізованого вугілля, т; Z^C - загальні витрати, пов'язані з видобутком вугілля, грн.; Z^{US} - загальні витрати, пов'язані з реалізацією заходів з використання шахтного метану, грн.; d - коефіцієнт дисконтування.

Реалізація заходів з використання шахтного метану на вугільному підприємстві можлива при дотриманні обмежень, які є складовою частиною економіко-математичної моделі:

1. Відповідність обсягу використання метану наявним ресурсам і технічним умовам:

$$\sum_{t=1}^N \sum_{i=1}^M V_{jti}^{MP} \leq \sum_{t=1}^N \sum_{i=1}^M V_{jti}^{US} \leq \sum_{i=1}^M R_i^M,$$

де V^{MP} - мінімально можливий за технологією використання обсяг метану, м³; V^{US} - обсяг використаного шахтного метану, м³; R^M - запаси вугільного метану, м³.

2. Відповідність обсягів реалізації вугілля платоспроможному попиту:

$$\sum_{i=1}^M V_{ti}^{CT} \leq \sum_{i=1}^M V_{tji}^C \leq V_t^{DC},$$

де V^{CT} - обсяг вугілля, який відповідає умовам за довгостроковими договорами поставок, т; V^C - обсяг реалізованого вугілля, т; V^{DC} - попит на вугілля, т.

3. Відповідність обсягів використаного шахтного метану платоспроможному попиту:

$$\sum_{i=1}^M V_{jti}^{MP} \leq \sum_{i=1}^M V_{jti}^M \leq V_t^{DM},$$

де V^{MP} - мінімально можливий за технологією використання обсяг використаного метану, м³; V^M - обсяг використаного шахтного метану, м³; V^{DM} - попит на метан, який вилучається засобами шахтної дегазації, м³.

4. Достатність фінансових ресурсів:

$$\sum_{t=1}^N \sum_{i=1}^M \frac{Z_{jti}^{US} + Z_{jti}^C + Z_{jti}^{AC}}{[(Pr_{jti}^C - C_{jti}^C) \cdot V_{jti}^C] + D_{jti}} \leq 1,$$

де Z^{AC} - плата за залучення капіталу, грн.; D - залучені грошові кошти на реалізацію заходів з використання шахтного метану, грн.

5. Показник обсягів викидів метану в атмосферу не повинні перевищувати 1:

$$\sum_{i=1}^M \frac{V_{jt}^{\uparrow M.a}}{V_{jt}^{\uparrow M.b}} < 1,$$

де $V_{jt}^{M.a}$, $V_{jt}^{M.b}$ - обсяг викинутого метану в атмосферу вугільним підприємством відповідно до і після реалізації заходів з використання шахтного метану, м³.

6. Показник обсягів викидів забруднюючої речовини не повинні перевищувати 1:

$$\sum_{i=1}^M \frac{V_{jth}^{PE}}{ПДВ_{tih}} \leq 1,$$

де V^{PE} - обсяг викидів забруднюючої речовини, т/рік; ПДВ - гранично допустимі викиди забруднюючої речовини, т/рік; h — індекс забруднюючої речовини, яка викидається.

7. Показник соціального ефекту, який виникає в регіоні, повинен бути не нижче 1:

$$\sum_{i=1}^M \frac{E_{jti}^{SOC}}{E_{j(t-1)i}^{SOC}} \geq 1,$$

де E^{SOC} - сумарний соціальний ефект, який виникає на регіональному рівні у результаті реалізації з використання шахтного газу метану, грн.

Висновки. Економічний ефект від утилізації метану буде прямо пропорційний доходу від використання, зиску від викидів метану в атмосферу до і після утилізації і зворотно пропорційний величині платежів за викиди метану в атмосферу до утилізації. Підвищення ефективності дегазації і утилізації метану з одночасним збільшенням масштабів її використання є актуальною науковою задачею, розв'язання якої перетворить вугільні шахти у підприємства сумісного видобутку вугілля і газу. Запропонована економіко-математична модель дозволяє оцінювати ефективність використання шахтного метану відносно всіх підприємств, які реалізують заходи у межах єдиної програми.

Література:

1. Морев А.М. Тепловой режим шахт Донбасса в условиях интенсивной разработки угольных пластов на больших глубинах/ А.М. Морев, А.А. Мартынов. — в кн.: Интенсивная и безотходная технология разработки угольных и сланцевых месторождений. — М.: МГИ, 1989. — С. 71-72.
2. Мартынов А.А. Кондиционирование воздуха действующих глубоких шахт/ А.А. Мартынов, С.Г. Лунев, А.К. Яковенко [и др.] // Уголь Украины, 2002. — №5. —С.44-48.
3. Сухоченков А.С. Эколого-экономическая оценка и выбор вариантов использования шахтного метана/ А.С. Сухоченков // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал) Mining informational and analytical bulletin (scientific and technical journal). — 2007. — № 9. —С. 191-196.

Аннотация

КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ДОНБАССА

Ляшенко Е.И., д. э. н., профессор, Омельченко Т.В., аспирантка
Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко

В статье рассмотрена проблема энергосбережения и поиска альтернативных источников энергии в угольной промышленности. Построена экономико-математическая модель прогнозирования объемов произведенной продукции, с помощью которой рассчитываются показатели эффективности дегазации и утилизации шахтного метана и принимается решение относительно выбора направления использования полученных энергетических ресурсов.

Ключевые слова: шахтный метан, оценка, математическая модель, дифференциальные уравнения, эффективность, дегазация, утилизация.

Summary

COAL INDUSTRY ENTERPRISES OF DONBASS DEVELOPMENT CONCEPTION

Lyashenko E.I., Doctor of Economic Science, Professor,

Omelchenko T.V., Ph.D student

Taras Shevchenko National University of Kiev

In the article the problem of energy saving and new alternative energy sources searching in the coal industry is analyzed. The economic and mathematical model of produced production volumes forecasting is constructed. With help of the model are estimated indexes of coal-bed methane degassing and utilization effectiveness and decision relatively to the direction of obtained energy resources using is made.

Key words: coal-bed methane, estimation, mathematical model, differential equations, effectiveness, degassing, utilization.

22.03.2010p.

©

O.I.,

T.B., 2010 p.