

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ОКРЕМИХ ВИДІВ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ПАЛИВА ТА ОЦІНКА ЕНЕРГОВИТРАТ НА ЇХ ПІДГОТОВКУ ДЛЯ ПРЯМОГО СПАЛЮВАННЯ В КОТЛОАГРЕГАТАХ

Визначено прогнозний потенціал окремих видів альтернативного палива та зроблено оцінки щодо витрат енергії на його підготовку для спалювання в котлоагрегатах. На основі зроблених оцінок прогнозуються можливі обсяги споживання визначених альтернативних видів палива на перспективу.

Ключові слова: альтернативні види палива, енергетичний потенціал, енергетичні витрати, енергетична ефективність

У перспективі до 2030 року згідно з прогнозом [1] подальший розвиток систем генерації теплової енергії має відбуватися шляхом підвищення їх ефективності із суттєвим зниженням обсягів споживання природного газу та його заміною на більш доступні для країни власні види палива, у тому числі й альтернативні. Незважаючи на наявний значний потенціал цих видів палива, їх частка у загальному енергетичному балансі України на сьогодні є незначною. У той же час у ряді країн Європи споживання таких видів палива досягає 20 ... 24 % [2] від загальних обсягів, що спрямовуються на отримання теплової енергії.

Разом з тим недостатньо вивченим є питання ресурсного потенціалу, а також енергоемності процесів підготовки окремих видів альтернативного палива, немає даних стосовно кількісних оцінок. У зв'язку з цим метою даної роботи є визначення енергетичного потенціалу окремих видів альтернативного палива та оцінка прямих енерговитрат на їх видобуток чи виробництво, а також на підготовку для прямого спалювання в котлоагрегатах. Розглянуто такі види палива: торф, відходи лісозаготівель, відходи рослинної сільськогосподарської біомаси, шахтний метан.

Торф. Торф як вид первинного палива – відносно молоде геологічне утворення, яке виникає в результаті природного відмирання та неповного розпаду болотної рослинності при недостатньому доступі кисню. В Україні торфові родовища розміщені практично по всій території за винятком АР Крим, Луганської, Одеської та Чернівецької областей. Виявлено і розвідано понад 3 тис. торфових родовищ із

загальними геологічними запасами, які складають близько 2,2 млрд т. Запаси торфу на відведених під промислову розробку родовищах значно менші й складають на сьогодні лише 22,6 млн т, а підготовлені промислові потужності на його видобуток зовсім незначні й складають всього 2,1 млн т.

Отже, в Україні є реальні можливості розвинути видобуток торфу. У табл. 1 наведено дані щодо промислового енергетичного та доцільно-економічного потенціалів запасів торфу за окремими регіонами. У цілому по країні ці показники складають відповідно 832,7 та 362,0 млн т у.п. [2, 3].

Слід зауважити, що дані табл. 1 є орієнтовними, оскільки розрахунки та оцінки з джерел інформації [2, 3] виходили з цінових пропорцій на паливно-енергетичні ресурси 80-х років минулого століття. І тому доцільно-економічний потенціал цього ресурсу (остання колонка табл. 1) з позицій сьогодення вочевидь можна значно збільшити, оскільки середні ціни на паливно-енергетичні ресурси за станом на кінець 2007 року у порівнянні з 1985 роком суттєво зросли: на нафту – з 10 до 80 USD за барель¹, на газ – з 3 до 7,5 USD за МБто², на вугілля – з 45 до 70 USD за тону [4]. За станом на середину 2008 р. цінові пропорції змінилися ще більше, і тенденція до зростання зберігатиметься (наприклад, ціна на нафту перевищила у липні 2008 року за 125 USD за барель [5]). Зниження цін на енергоресурси, що спостерігалося наприкінці 2008 р., слід розглядати лише як

¹ Американський нафтовий барель – одиниця для вимірювання об'єму нафти, яка дорівнює 42 галонам або 158,988 літрам.

² Британська тепла одиниця (1 МБто = 0,252 Гкал = 1,0551 ГДж).

Таблиця 1

№ з/п	Області	Загальний енергетичний потенціал, млн т у.п.	Доцільно-економічний потенціал, млн т у.п.
1.	Вінницька	16,8	4,3
2.	Волинська	169,5	93,7
3.	Житомирська	35,7	19,6
4.	Івано-Франківська	5,6	2,1
5.	Київська	88,1	18,0
6.	Львівська	85,0	30,0
7.	Полтавська	44,8	17,6
8.	Рівненська	144,6	70,7
9.	Сумська	40,7	25,2
10.	Тернопільська	47,2	14,1
11.	Херсонська	1,4	1,0
12.	Хмельницька	29,1	12,2
13.	Черкаська	23,6	9,8
14.	Чернігівська	100,6	43,7
Всього:		832,7	362,0

тимчасову флуктуацію навколо кривої стабільного збільшення цін.

У 70-ті роки ХХ ст. в Україні видобувалось 7,5 млн т торфу на рік, з них 27 % використовувалось на енергетичні потреби. За останні роки видобуток енергетичного торфу значно зменшився, його обсяг складає 600 ... 700 тис. т, у 2006 р. видобуток був 795 тис. т, у тому числі: торф фрезерний паливний для брикетування – 562, кусковий – 33 і торф для добрив – 200 тис. т [6].

На сьогодні в Україні існують дві основні схеми видобутку торфу – фрезерний і екскаваторний. Кінцевим продуктом фрезерного методу є торф'яна крихта, а екскаваторного – шматки торфу вагою 500 ... 1000 г (кусковий торф). Фрезерний торф має вологість у межах 40 ... 50 % (при розрахунках приймається умовна вологість 40 %) і належить до низькокалорійних видів палива з нижчою теплою згорання, рівною 9,63 ... 10,88 МДж/кг (2300 ... 2600 ккал/кг). Кусковий торф належить до більш калорійного палива з меншою вологістю. При умовній його вологості 33 % він має нижчу теплоту згорання 12,01 МДж/кг (2870 ккал/кг).

Видобуток фрезерного та кускового торфу пов'язаний із застосуванням великого парку машин та комплексних агрегатів, які призначені для виконання таких технологічних операцій: підготовка поверхні покладів торфу; видо-

буток фрезерного та кускового торфу; навантаження та транспортування торфу. За оцінками [3, 7] середні питомі витрати енергетичних ресурсів на видобуток 1 т торфу складають: фрезерний торф – дизельного палива 2,9 кг/т та електроенергії – 32 кВт·год/т; кусковий торф – відповідно 1,5 кг/т та 20 кВт·год/т.

До більш привабливого палива на основі торфу для використання в енергетиці слід віднести торф'яні брикети, які виробляються шляхом брикетування фрезерного торфу. До технологічних процесів брикетування входять такі операції: підготовка торфу до сушіння та його сушіння до вологості 15 ... 18 %; пресування висушеного торфу в брикети з розмірами: довжина 150 ... 180, ширина 20 ... 60 і висота 70 ... 74 мм; охолодження та складування брикетів. Брикетований торф більш зручний для використання. Крім того, втрати такого палива при транспортуванні та зберіганні значно менші, ніж торфу фрезерного чи кускового.

Згідно з технічними умовами, товарні торф'яні брикети повинні мати: вологість 16 %, зольність 11 %, густину 700 кг/м³ та нижчу теплоту згорання 4200 ккал/кг (17580 кДж/кг). На виробництво торф'яних брикетів витрати енергоресурсів (без урахування витрат на видобуток фрезерного торфу) складають: теплова енергія – 2300 МДж/т (~550 Мкал/т), електроенергія – 129 кВт год/т. Згідно з прогнозом [8],

у 2020 р. видобуток торфу зросте до 3,5 млн т, з нього паливного буде 2,0 млн т, у 2030 р. відповідно – 4,5 і 2,5, частка паливного торфу буде складати 55 ... 57 %.

Відходи деревини. Деревина, до якої входять відходи лісозаготівель та деревообробки (сучки, кора, пеньки, щепи, тирса, обрізь), а також демонтовані будівельні дерев'яні матеріали, непридатні для подальшого використання, за даними [9, 10] в Україні складають значний паливний потенціал. Кожного року в країні утворюються 6,0 ... 6,5 млн щільних м³ відходів деревини, еквівалентних за потенціалом 1,8 ... 2,0 млрд нм³ природного газу.

У виробничій практиці деревина як паливо може використовуватися за такими технологіями:

безпосереднє спалювання з утворенням двоокису вуглецю і водяної пари;

газифікація (неповне згорання) з утворенням синтез-газу (суміш водню і двоокису вуглецю);

піроліз – термічний розпад деревини без надходження кисню, у процесі якого утворюється деревне вугілля.

Із зазначених технологій до найбільш придатних для використання деревини як палива в енергетичних установках слід віднести технологію газифікації, яка, зокрема, рекомендована у роботі [11]. Основний принцип даної технології полягає у тому, що деревина спільно з природним газом (використовується для підсвічування факелу) надходить у газифікатор, де утворюються горючий газ та коксовий залишок (деревне вугілля). Питомий вихід горючого газу складає 1,77 кг на кг деревини, а деревного вугілля – 0,16 кг/кг. Нижча теплота згорання горючого газу складає 5840 кДж/кг, а деревного вугілля – 3500 кДж/кг. У подальшому горючий газ надходить у котлоагрегат для виробництва

теплоти, а деревне вугілля до окремого газифікатора, де перетворюється на силовий газ, який використовується як моторне паливо у газовому двигуні для виробництва електроенергії.

Прямі витрати енергоресурсів на підготовку деревини для спалювання за даними робіт [9, 12] та за власною оцінкою є такими:

вантажні операції та транспортування деревини:

автомобільним транспортом – 45 ... 50 МДж/т;

залізницею – 20 ... 25 МДж/т;

приготування щепи – 1000 ... 1200 МДж/т;

зберігання деревини – 120 ... 200 МДж/т;

витрати природного газу для підсвічування при газифікації деревини – 104 нм³/т (700 МДж/т).

Сумарні прямі витрати енергії на підготовку деревини для спалювання у водогрійних котлах складають 1885 ... 2175 МДж/т (76,5 ... 88,5 кг у.п./т).

Відходи рослинництва. До загального потенціалу біомаси Україна має значний потенціал горючих відходів, що утворюються при вирощуванні зернових культур. Солома пшениці, ячменю, вівса, жита, проса та інших, стебла кукурудзи та соняшника є відходами виробництва і частково можуть використовуватися для енергетичних потреб як паливо. За хімічним складом солома близька до складу деревини за винятком сірки та хлору, вміст яких складає відповідно 0,01 ... 0,13 та 0,14 ... 0,97 порівняно з деревиною, де їх вміст дорівнює 0,05 та менше 0,01 (табл. 2). Саме ці елементи спричиняють корозійні процеси теплообмінних поверхонь котлів, що обмежує широке використання соломи та інших відходів рослинництва на теплоелектростанціях. Тому за рекомендаціями роботи [13] оптимальна частина соломи у паливному балансі вугільних енергетичних котлів не повинна перевищувати 10 %.

Таблиця 2

Показники	Суха солома	Деревина
Вміст, %		
– вуглецю	45 ... 47	48 ... 50
– водню	5,8 ... 6,0	6,0 ... 6,5
– азоту	0,4 ... 0,6	0,5 ... 2,3
– кисню	39 ... 41	38 ... 42
– сірки	0,01 ... 0,13	0,05
– хлору	0,14 ... 0,97	менше 0,01

Таблиця 3

Види зернових культур	Зольність на суху масу, %	Нижча теплота згорання сухої маси, МДж/кг	Нижча теплота згорання робочої маси при вологості 20 %, МДж/кг
Солома жита	4,5	17,0	13,6
Солома пшениці	6,5	17,8	13,8
Солома ячменю	4,5 – 5,9	17,4	13,4
Солома вівса	4,9	16,7	12,0
Солома (в середньому)	5,0	17,4	13,5

У табл. 3 подані значення нижчої теплоти згорання сухої та робочої маси для соломи різних видів зернових культур, за якими видно, що нижча теплота згорання має незначну різницю і її середня величина при 20 % вологості соломи дорівнює 13,5 МДж/кг (3225 ккал/кг).

Важливим питанням використання соломи як палива в теплоенергетиці є величина енергетичних та трудових затрат на її підготовку до спалювання. До найбільш поширених схем збору та підготовки соломи для спалювання в котлах входять такі операції: збирання соломи та її скирдування на полі, навантаження та транспортування до місця споживання, складування та підготовка до спалювання. До більш прогресивних схем підготовки соломи слід віднести схеми, пов'язані з виготовленням тюків або брикетів, до яких крім зазначених операцій включаються відповідно операції тюкування та пакування. Прямі витрати енергоресурсів на проведення зазначених операцій оцінюються за роботами [14, 15] у таких межах:

збирання соломи – 25 ... 30 МДж/т;

виготовлення тюків з питомою масою до 150 кг/м³ з урахуванням вантажних операцій – 200 ... 250 МДж/т;

транспортування тюків автомобільним транспортом залежно від тоннажності – 8,3 ... 11,2 МДж/(т·км).

Нерівномірність згорання тюків та брикетів соломи у топці котлів призводить до періодичності їх роботи і певного зниження потужності. Усунення зазначеного недоліку потребує оснащення котлів складною системою регулювання процесу горіння та встановлення баків – акумуляторів гарячої води. Нерівномірність згорання тюків і брикетів знижує ККД котла до 10 % порівняно з котельними, які працюють на подрібненій соломі, а встановлення додаткового обладнання значно підвищує вартість котла [15]. Цей недолік легко долається при наявності

в котельній кількох котлів. Тоді по чергово один з них може очищатися, не завдаючи шкоди постачанню теплової енергії споживачам.

Для сільських районів, де планується, що альтернативним видом палива для теплопостачання може стати солома, автори роботи [16] рекомендують встановлювати централізовані лінії виробництва гранул із соломи. На сьогодні у Російській Федерації (Санкт-Петербург) виготовляються грануляційні установки продуктивністю від 0,5 ... 2,0 т/год, які впроваджені на ряді котельень сільської місцевості. Використання гранул із соломи дозволяє повністю механізувати та автоматизувати їх подачу до топок котлів і тим самим ліквідувати періодичність їх роботи. При виготовленні гранул затрати енергоресурсів додатково підвищуються на 120 ... 150 кВт·год/т (1060 ... 1400 МДж/т).

Сумарні витрати енергоресурсів на підготовку соломи для спалювання в котлоагрегатах складають: у тюках – 325 ... 380 МДж/т; у брикетах – 2050 ... 2300 МДж/т; у гранулах – 3080 ... 3200 МДж/т. Енергетичні затрати на вирощування зернових культур у цих витратах не враховані. Вважається, що ці затрати слід відносити до зерна, яке отримується як результат діяльності сільгоспвиробників. Разом з тим очевидно, що при використанні соломи у якості палива певну частину енерговитрат, що пішли на її вирощування, слід віднести на неї. Скільки саме витрат відносити на солону – це питання потребує окремого вирішення. Але, на нашу думку, вони мають складати 10 ... 15 % загальних витрат.

У роботі [17] ці витрати для пшениці при її врожайності 50 ц/га були оцінені в 4,29 МДж/кг. Отже, у розрахунку на 1 га угідь затрати складають 21450 МДж/га. Приймаючи, що на енергетичні потреби спрямовуються лише 20 % соломи, а 80 % залишаються у сільгоспвиробництві як корм і підстилка для тва-

рин та органічне добриво для землі, отримуємо загальні енергетичні витрати на солому енергетичного призначення 214,5 МДж/т. Приблизно такі ж результати ми отримуємо для соломи вівса, стебел кукурудзи тощо. В середньому можна прийняти, що енерговитрати на отримання соломи складають 200 ... 250 МДж/т.

Таким чином, загальні розрахункові витрати енергоресурсів на вирощування та підготовку соломи для спалювання в котлоагрегатах складають: у тюках – 525 ... 630 МДж/т; у брикетах – 2250 ... 2550 МДж/т; у гранулах – 3280 ... 3450 МДж/т.

Шахтний метан. Шахтний метан – вуглеводень (CH_4), який є супутнім газом вугільних родовищ і може використовуватись як паливо у теплоелектрогенеруючих установках або надходити на перетворення в інші види палива (моторне). Метан у вугільних родовищах знаходиться у сорбованому стані на поверхні вугільних часток, у розчиненому вигляді в органіці вугільних пластів чи вільному стані в транспортних та закритих каналах. Газоносність метану залежить від глибини залягання вугільних пластів та марки вугілля. Наприклад, для вугільних родовищ Донбасу газоносність вугільних пластів різна на різних глибинах (з глибиною газоносність зростає): на глибині 300 ... 400 м у межах 14 ... 25 м³ метану на тону гірської маси, на глибині 800 ... 900 м – 20 ... 27 м³/т, а на глибині понад 1000 м – 17 ... 35 м³/т.

Середній вміст метану залежно від марки вугілля складає: для марки вугілля Д (довгополум'яні) до 5 м³/т сухої маси вугілля, марки Г (газові) до 15 м³/т, марки Ж (жирні) – 20, марки К (коксувальні) – 25, марки Т (пісні) – 30 і марки А (антрацит) – 35 [18–20].

Запаси шахтного метану у вугільних родовищах України точно не визначені, а оцінки цих запасів дуже різняться залежно від того, за якими методиками проводилася оцінка. Якщо оцінювати запаси метану за методикою, якою користуються у США, його потенційні ресурси в Україні складають 12 трлн м³, а у разі коли оцінки робити за методиками вітчизняних фахівців, ці ресурси у вугільних родовищах Донбаського та Львівсько-Волинського регіонів складають значно меншу величину і не перевищують 2,5 ... 3,0 трлн м³ [18].

По деяких геолого-виробничих районах Донбасу обсяги шахтного метану у вугільних

пластах на глибині 500 ... 1800 м наведені у роботі [19].

Щорічно при видобутку вугілля в атмосфері викидається понад 2 млрд м³ шахтного метану, з цієї кількості системами вентиляції – 80 %, системами підземної дегазації – 18 % і через свердловини, що пробурені з поверхні – 2 %. Утилізується метан у обсязі приблизно 80 ... 90 млн м³, що складає лише 4 ... 5 % від обсягу викиду. Цей метан використовується як паливо для виробництва теплової енергії. Для порівняння у США утилізується та спалюється до 35 млрд м³ шахтного метану на рік.

Для видобутку шахтного метану у вугільній промисловості використовуються наступні технології:

викиди метану з вентиляційним повітрям (вміст метану у вентиляційному повітрі не перевищує 1 %);

підземна дегазація метану (вміст його у межах 15 ... 60 %);

дегазація метану через свердловини, пробурені з поверхні шахт (вміст метану досягає 97 %).

За першою технологією викидний метан разом з вентиляційним повітрям на ряді шахт використовується у промислових котельнях як повітря для дуття. За другою технологією видобутий метан використовується в котельнях шахт як самостійне паливо або в суміші з природним газом.

До найбільш перспективної технології видобутку шахтного метану на майбутнє слід віднести його видобуток через свердловини, пробурені з поверхні шахт. Така технологія впроваджується на шахті ім. Л.Ф. Засядька, де фірмою “Сінапс” розроблено інноваційний проект когенераційної газової електростанції, яка буде працювати на шахтному метані. Когенераційна станція буде розміщена на трьох промислових майданчиках та обладнана 22 газопоршневими установками IMS-620 австрійської фірми, які матимуть загальну електричну потужність 121 МВт. Планується, що когенераційною електростанцією щорічно буде вироблятися 534,2 млн кВт·год електроенергії та 1,94 млн ГДж теплоти при утилізації 115,8 млн м³ шахтного метану [21–23].

Використання шахтного метану в когенераційних установках шахти ім. А.Ф. Засядька пов'язано з виконанням ряду підготовчих операцій, а саме:

транспортування шахтного метану вакуум-

Таблиця 4

№ з/п	Вид палива	Одиниця виміру в натуральному виді	Прямі витрати енергоресурсів на видобуток (виробництво)			Сумарна величина прямих витрат енергоресурсів, кг у.п./кг	Нижча теплота згорання (середня), ккал/кг або ккал/м ³	Прямі питомі витрати енергоресурсів на видобуток (виробництво) альтернативного палива, кг у.п./т у.п.
			паливо, кг у.п.	теплова енергія, Мкал	електроенергія, кВт·год			
1.	Газ природний	тис. м ³	10,6	4,3	5,6	13,4	8050	11,5
2.	Вугілля кам'яне	т	–	43,1	92,9	42,4	5096	58,2
3.	Вугілля буре	т	–	32,0	59,6	27,9	1848	105,7
4.	Торф кусковий	т	2,2	–	20,0	9,8	2870	23,9
5.	Торф фрезерний	т	4,2	–	32,0	16,4	2310	29,7
6.	Торф'яні брикети (з урахуванням фрезерного торфу)	т	31,5	130,0	120,0	67,2	4200	143,5
7.	Нафта сира (видобуток)	т	12,7	38,6	81,0	49,9	10000	34,9
8.	Нафта сира (переробка)	т	32,9	86,3	24,2	56,4	–	39,4
9.	Солома у тюках	т	14,3	–	–	14,3	3225	31,0
10.	Солома у брикетах	т	84,5	–	–	84,5	3460	170,0
11.	Солома у гранулах	т	125,3	–	–	125,3	3680	238,3
12.	Деревина лісозаготівель при умовах її газифікації	т	31,5	–	142,0	85,5	2484	240,8
13.	Коксовий газ	тис. м ³	35,6	–	21,3	43,7	4000	76,5
14.	Шахтний метан, приведений до форкамерного палива	тис. м ³	8,8	–	155	64,6	2995	151,0

ними насосами від свердловин до загального колектора;

охолодження метано-повітряної суміші до 35 °С двома холодильними агрегатами потужністю 220 кВт кожний;

сепарація та нагрівання осушеної метано-повітряної суміші до температури 39 °С, при цьому максимальне теплове навантаження системи нагрівання складає 70 кВт;

підвищення концентрації метану у метано-повітряній суміші до 35 % та подальше її транспортування для спалювання у когенераційних модулях.

Зазначені технологічні операції видобутку та підготовки шахтного метану для використання його у когенераційній електростанції за проектом фірми "Сінапс" досить енергозатратні. За переліком електрообладнання, задіяного у схемі транспорту та підготовки шахтного

метану до стану форкамерного палива (сепарація, нагрівання, охолодження), та його потужності, за нашою оцінкою, витрати електроенергії знаходяться на рівні 150 ... 160 кВт·год/(тис. м³).

Витрати природного газу на запальну операцію форкамерного газу при роботі 12 когенераційних модулів за даними [21] складатимуть 300 м³/год, або у перерахунку на обсяг форкамерного газу, який надходитиме на спалювання, цей показник дорівнюватиме 8,8 м³/(тис. м³). Загальні прямі витрати енергоресурсів на видобуток та підготовку шахтного метану до рівня його використання в когенераційній електростанції складають 64 ... 66 кг у.п./(тис. м³) форкамерного палива з нижчою теплотою згорання, рівною 12537 кДж/м³ (2995 ккал/м³).

За проведеним аналізом видобутку (виробництва) та підготовки альтернативних видів

Таблиця 5

№ з/п	Види палива	Енергетичний потенціал, тис. т у.п. (оптимістичний варіант)	Енергетичний потенціал, тис. т у.п. (ймовірний варіант)	Прямі витрати енергоресурсів на видобуток та підготовку палива, тис. т у.п.	
				оптимістичний варіант	ймовірний варіант
1.	Торф паливний, всього	1700,0	740,0	220,0	89,4
	у тому числі:				
	– торф'яні брикети	1500,0	600,0	215,2	86,1
	– кусковий торф	200,0	140,0	4,8	3,3
2.	Відходи деревини, всього	1700,0	1580,0	361,2	377,1
	у тому числі:				
	– лісозаготівель (деревина газифікована)	1500,0	1400,0	361,2	377,1
	– деревообробки (тирса, обрізки, щепи)	200,0	180,0	–	–
3.	Солома зернових культур при використанні:	3800,0	3630,0	–	–
	– у тюках	–	–	117,8	112,5
	– у брикетах	–	–	646,0	617,0
	– у гранулах	–	–	905,5	865,0
4.	Шахтний метан, приведений до форкамерного палива	1000,0	860,0	151,0	129,8
Всього:		8200,0	6810,0	1378,0	1213,0

палива було зроблено оцінку прямих витрат енергетичних ресурсів на виконання цих робіт. Величини витрат енергоресурсів, поданих у табл. 4, приведено до єдиного показника – на 1 т умовного палива. Для порівняння цього показника щодо альтернативних видів палива за даними статзвітності 2006 року [6] розраховано енергозатрати на видобуток традиційних видів палива – кам'яного та бурого вугілля, природного газу та нафти і окремо її перетворення.

У табл. 5 наведено результати підсумкових оцінок та розрахунків стосовно енергетичних потенціалів та витрат енергоресурсів на видобуток і підготовку до спалювання відповідних видів альтернативного палива.

Наведені величини прямих витрат енергоресурсів на операції приготування альтернативних видів палива до спалювання у паливних агрегатах за винятком торфу кускового більшою мірою перевищують аналогічні показники традиційних видів палива.

ВИСНОВКИ

1. На основі проведеного аналізу альтернативних видів палива проведено оцінку його енергетичного потенціалу та прямих витрат енергоре-

сурсів на видобуток (виробництво) і приготування до спалювання в енергетичних установках.

2. Загальний енергетичний потенціал альтернативних видів палива за оптимальним варіантом складає 9360 тис. т у.п., за ймовірним – 7770, у тому числі за окремими видами: торф паливний відповідно – 1700 і 740; відходи деревини лісозаготівлі та деревообробки – 1700 і 1580; солома зернових культур – 3800 і 3630; шахтний метан – 1000 і 860.

3. Прямі витрати енергоресурсів на видобуток (виробництво) альтернативних видів палива та приготування його до спалювання складають: за оптимальним варіантом – 1378 тис. т у.п., за ймовірним – 1213, що до загального енергетичного потенціалу становить відповідно 16,8 і 14,8 %.

1. *Енергетична стратегія України на період до 2030 р.* (Розпорядження Кабінету Міністрів України від 15.03.2006 р., № 145-р.) // Інформаційно-аналітичний бюлетень “Відомості Міністерства палива та енергетики України” / Спец. вип. – К., 2006. – 115 с.
2. *Огляд світових енергетичних ресурсів*, опублікований Світовою Енергетичною Радою (World Energy Council), 2001.

3. *Справочник по торфу* / Под ред. Н.Ф. Ларгина. – М.: Недра, 1982. – 760 с.
4. *Key World Energy Statistics* / International Energy Agency, 2007. – 82 p.
5. *Key World Energy Statistics* / International Energy Agency, 2008. – 82 p.
6. *Статистична форма № 11-МТП “Звіт про результати використання палива, теплоенергії та електроенергії” за 2006 рік.*
7. *Соколов С.Г., Горцакалян Л.О., Самсонов Л.Н.* Торфяные машины и комплексы. – М.: Недра, 1981. – 416 с.
8. *Снежкін Ю.Ф., Корінчик Д.М.* Заходи щодо замінення природного газу торфом // *Комунальна теплоенергетика України: стан, проблеми, шляхи модернізації.* – 2007. – Т. 2. – 304 с.
9. *Биомасса как источник энергии* / Под ред. А. Соуфера. – М.: Мир, 1985. – 375 с.
10. *Возобновляемые источники энергии* / НПО “Агентство по возобновляемой энергетике”. – 2007. – С. 1–7.
11. *Носач В.Г., Шрайбер А.А., Склярченко Е.В.* Об эффективности производства тепловой и электрической энергии из древесины // *Пром. тепло-техника.* – 2004. – Т. 26. – № 3. – С. 54–57.
12. *Лаптанович И.В.* Промышленное производство древесного угля: Экспресс-информ. зарубежного опыта. – М.: ВНИПИЭИлеспром, 1987. – 20 с.
13. *Вольчин І.А., Потапов А.А., Варнінг С., Юнкер Г.* Використання соломи на вугільних ТЕС і зменшення викидів парникових газів // *Енергетика и электрификация.* – 2004. – № 2. – С. 42–49.
14. *Ottosen P., Jensen J.P.* Large Seale Wood and Straw Pellets Production and Use // *Proceeding of European Pellets Conference.* 3-4 march 2004, Wels, Austria.
15. *Справочник потребителя биотоплива* / Под ред. Виллу Вереса. – Таллинн: Таллиннский техн. ун-т, 2005.
16. *Исьемин Р.Л., Кузьмин С.Н. и др.* Альтернативные источники энергии // *Пром. энергетика.* – 2007. – № 6. – С. 40–43.
17. *Білодід В.Д., Тарасенко П.В.* Деякі розрахунки щодо енергетичної ефективності біопалив // *Проблеми загальної енергетики.* – 2008. – № 18. – С. 34–39.
18. *Карп И.Н.* Метан угольных пластов // *Экотехнологии и ресурсосбережение.* – 2005. – № 1. – С. 5–8.
19. *Метан угольных месторождений Украины: производственный и инвестиционный потенциал шахт Донбасса.* – К.: Лагос, 2000. – 132 с.
20. *Метан в угольных пластах* / Под ред. А.А. Скочинского. – М.: Учлетиздат, 1958. – 256 с.
21. *Федоров С.Д.* Проектирование когенерационной установки для утилизации шахтного метана // *Экотехнологии и ресурсосбережение.* – 2006. – № 1. – С. 71–76.
22. *Федоров С.Д.* Процессы комбинированной выработки электро- и теплоэнергии и их реализация в проектах НПП “Синапс” // *Енерговісті.* – 2004. – № 2. – С. 5–7.
23. *Боксерман Ю.А., Сухоруков В.И., Сичкаренко В.А.* Основные принципы оценки эффективности проектов использования угольного метана // *Экотехнологии и ресурсосбережение.* – 2004. – № 6. – С. 15.

Надійшла до редколегії: 01.11.2010