

НАУКОВІ ПРАЦІ НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

№19

Частина III

В.В. Струнін

ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ БІОТЕХНОЛОГІЧНОГО ПІДХОДУ ДО ФОРМУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ПІДПРИЄМСТВ

В запропонованій статті розглянуто основні підходи до виробництва теплової та електричної енергії з використанням сучасних розробок в галузі біотехнологій, приведено дані успішного впровадження проектів і здійснено обґрунтування їх використання підприємствами на базі основних техніко-економічних показників.

Ключові слова: енергія, біотехнологія, відновлювальна енергія, економічні показники.

The article shows the main methods of producing thermal and electrical energy by using of the latest invents in the sphere of biotechnology, describes projects' data, which had success, gives grounds for their future using by enterprises, based on main technical and economic indices.

Key words: energy, biotechnology, nonconventional power, economic indices.

Вступ. Останнім часом дедалі частіше вчені, підприємці, цілі держави цікавляться пошуком альтернативних джерел енергії, які б максимально відповідали сучасним енергетичним стандартам, були екологічно чистими і, в той же час, економічно вигідними. Саме такий комплекс вимог покликаний задовольнити "нетрадиційні" енергоджерела, пріоритетне місце серед яких сьогодні посідають ті, що базуються на використанні біотехнологій.

Постановка завдання. Саме зважаючи на стійку тенденцію до пошуку альтернативних джерел енергії, з метою забезпечення енергонезалежності та енергозбереження, основним завданням даної статті є висвітлення та економічне обґрунтування впровадження нетрадиційних енергоджерел, що базуються на використанні біотехнологій.

Результати. Біоенергетика продовжує впевнено зміцнювати свої позиції на світовому енергетичному ринку, залучаючи все більше країн до виробництва енергії з біомаси (БМ). Фінляндія, Швеція, Австрія, Данія, Нідерланди, Німеччина й інші європейські країни розвивають і удосконалюють біоенергетичні технології вже протягом 20—30 років. В Україні цей процес почався із

середини 1990-х років. У цей же час були зроблені перші кроки по її розвитку і з'явилися перші програмні й законодавчі документи [1].

Сьогодні енергетична політика України в цілому спрямована на енергозбереження і розвиток альтернативних, нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). Пріоритети економічного розвитку й завдання з впровадження сучасних енергоефективних технологій із малим терміном окупності у сфері альтернативної енергетики викладені в багатьох нормативних актах. У цих документах відзначено, що насамперед Україна повинна зменшити споживання природного газу, збільшивши споживання вугілля, нетрадиційних і відновлювальних джерел енергії (НВДЕ), ресурсів малої гідро- і теплоенергетики, вторинних енергетичних відходів тощо.

Верховна Рада України у 1996 році затвердила Національну енергетичну програму на період до 2010 року, якою передбачається покриття 10 % потреб народного господарства в енергії з НВДЕ. У 2000 році актуальність цього пункту програми була підтверджена Рекомендаціями парламентських слухань "Енергетична політика України". У 2003 році група українських експертів у галузі альтернативної енергетики розробила

стратегію розвитку нетрадиційних, відновлюваних і позабалансових джерел енергії як складову частину проекту Енергетичної стратегії України до 2030 року. Відповідно до проекту, частка ВДЕ в загальному споживанні первинних енергоносіїв (ЗСПЕ) має скласти 4,7 % у 2010 році, що еквівалентно 9,3 млн т у.п., та 35 млн т у.п. — 17,5% у 2030 році (див. табл. 1) [2].

Як видно з табл. 1, найбільша увага серед ВДЕ приділяється біоенергетиці, в основі якої лежить використання енергії біомаси. В Україні є значні ресурси біомаси, які, на жаль, не використовуються. Так, потенційні ресурси надлишку соломи та стебел становлять близько 21 млн т, тобто 10,1 млн т у.п. на рік. Такий показник у 25 разів перевищує витрату сільськогосподарськими підприємствами котельного палива й у 3,4 рази — витрату палива сільськими котельнями. З цих ресурсів для енергозабезпечення сільських місцевостей достатньо лише незначної частини, тож сільське господарство України може стати постачальником палива для енергетичних підприємств [1].

Результати техніко-економічного аналізу показують, що виробництво теплоти з біомаси є конкурентоздатним по відношенню до теплоти, що виробляється на сучасних ТЕС, навіть при використанні закордонного обладнання. Із технологій виробництва електроенергії з біомаси найбільш рентабельними на сьогодні є міні-електростанції, які працюють на біогазі з полігонів твердих побутових відходів (ТПВ) [3].

Біогаз зі звалищ заслужує на особливу увагу, тим паче, що він є одним з основних парникових газів. Вільне поширення звалищного газу у довкіллі викликає низку негативних явищ як локального, так і глобального масштабів. Перелік негативних явищ, спричинених звалищним газом, свідчить про необхідність боротьби з його емісією в атмосферу. Основний метод, яким можна це здійснити, — збирання та утилізація звалищного газу.

Тільки міста України генерують близько 40 млн. м³ на рік ТПВ (10 млн. т/рік). Понад 90 % цієї кількості збирається та вивозиться на 655 звалищ, розташованих за 10—20 км від міст. Потенціал звалищного газу в Україні становить близько 400 млн. м³/р, що еквівалентно близько 0,3 млн т у.п./р.

При достатньо низьких тарифах на електроенергію на внутрішньому ринку України найбільш рентабельним є використання звалищного газу для потреб промислових підприємств, розташованих безпосередньо поблизу звалища. Суттєвою передумовою є вимога рівномірного споживання газу протягом всього року. Якщо немає можливості використати біогаз у промисловості, раціональним буде виробництво та постачання електроенергії в мережу.

У таблиці 2 наведено техніко-економічне обґрунтування проекту видобування та використання звалищного газу для виробництва електроенергії на Луганському полігоні ТПВ, де міститься 1,6 млн. т ТПВ. Розглянуто два варіанти устаткування для міні-електростанції потужністю 2 МВт, що працює на звалищному газі: із двигунами українського виробництва (ВАТ “Первомайськдизельмаш”) та з двигунами американського виробництва (Caterpillar) [4].

У розрахунках використано такі параметри: щорічний вихід звалищного газу — 5 м³/т відходів; термін експлуатації установки — 20 років. Собівартість електроенергії, виробленої міні-електростанцією з використанням звалищного газу, становить 0,007 і 0,016 дол. США за 1 кВт·год при використанні, відповідно, двигунів

українського і іноземного виробництва. Термін окупності проекту становить при цьому 2 та 4,6 роки, відповідно.

Наведені вище економічні розрахунки не враховують потенційної можливості продажу викидів вуглекислого газу, зменшені внаслідок виконання проекту. Сьогодні з’являється реальна можливість продажу отриманого зниження викидів парникових газів, наприклад, у рамках програми Egu-PT, яку фінансує Міністерство економіки Нідерландів. Кількість знижених викидів CO₂ та інших парникових газів буде купуватися за ціною від 4,5 до 9 ЕПК за 1 т за умови, що за період 2008—2012 р. це зниження становитиме не менше ніж 500 тис. т еквіваленту вуглекислого газу. До цього варто додати можливість продажу по ціні 9 EUR за 1 т гарячого повітря. [4]

Одним із можливих способів одержання енергії з біомаси є її анаеробне зброджування. За цих умов під дією наявної у біомасі бактерій частина органічних речовин розкладається з утворенням метану та вуглекислого газу, суміш яких становить так званий біогаз.

Сучасні біогазові енергетичні установки (БЕУ), поряд з одержанням енергії, виконують роль очисних споруд, що знижують хімічне та бактеріальне забруднення ґрунту, води, повітря і переробляють відходи на нейтральні мінералізовані продукти. Енергетичний або природоохоронний акцент біогазових установок залежить від конкретних умов, проте в більшості випадків для промислово розвинутих країн необхідність їх спорудження визначається розв’язанням екологічних проблем. Разом з тим, біогазові установки є джерелом палива, тому на їх базі можуть створюватися нові варіанти систем енергопостачання.

Результати техніко-економічного обґрунтування доцільності використання БЕУ в с. Єленівка, виходячи з повної комплектації її голландським устаткуванням, наведено в таблиці 3. Капітальні витрати включають кошти на устаткування і будівництво інфраструктури. У розрахунок включено економічний ефект від виробництва електроенергії, теплоти і мінеральних добрив [5].

За часткової комплектації зазначеної установки українським устаткуванням або спільному її українсько-голландському виробництві термін окупності можна знизити принаймні у два рази.

Технологія метанового бродиння дозволяє отримувати крім біогазу високоякісні добрива та білково-вітамінні кормові добавки і, власне кажучи, є безвідхідною. Отримані високоякісні добрива забезпечують приріст урожайності в розмірі 20 % на одну тону сухого органічного залишку.

Технічно доступні ресурси біомаси суттєво перевищують обсяги палива, яке споживається сьогодні котельнями Миколаївської, Одеської, Чернігівської, Закарпатської, Чернівецької, Херсонської, Вінницької та Полтавської областей. Аналіз показав, що потенційні ресурси біомаси більші від енергетичних потреб їх власників та місцевих споживачів, і в ряді регіонів накопичуються значні її ресурси, які на даний час не мають споживача [1].

Виробництво і застосування рідких налив з біомаси не тільки зміцнює енергетичну безпеку країни, а є також одним із шляхів збереження природи, підвищення зайнятості населення, особливо у сільськогосподарському секторі. Це повною мірою стосується і України, забезпеченість якої власними енергоресурсами становить лише близько 50 %, а стан довкілля потребує нагального покращення. Найбільш поширеними видами рідкого

Таблиця 1

Використання ВДЕ у 2001—2030 рр. а Україні (проект Енергетичної стратегії України до 2030 р.)

| | Технічний потенціал ВДЕ | | Виробництво електричної і теплової енергії з ВДЕ | | | | | | | |
|---|-------------------------|------|--|------|-------------|------|-------------|------|-------------|------|
| | | | 2001 | | 2010 | | 2020 | | 2030 | |
| | млн. т у.п. | % | млн. т у.п. | % | млн. т у.п. | % | млн. т у.п. | % | млн. т у.п. | % |
| Вітроенергетика | 15,0 | 23,8 | 0,01 | 0,2 | 0,6 | 23,8 | 4,3 | 18,9 | 8,9 | 25,4 |
| Сонячна електроенергія | 2,0 | 3,2 | - | - | 0,01 | 3,2 | 0,2 | 1,0 | 0,7 | 2,1 |
| Гідроенергетика, "мала" | 3,0 | 4,8 | 0,17 | 3,1 | 0,15 | 4,8 | 0,5 | 2,1 | 0,65 | 1,9 |
| Гідроенергетика, "велика" | 7,0 | 11,1 | 4,36 | 78,8 | 4,8 | 11,1 | 5,6 | 24,6 | 6,5 | 18,7 |
| Сонячна тепла енергія | 4,0 | 6,3 | 0,002 | 0,04 | 0,1 | 6,3 | 0,7 | 3,1 | 1,96 | 5,6 |
| Біоенергетика | 20,0 | 31,7 | 0,99 | 17,9 | 2,7 | 31,7 | 6,3 | 27,9 | 9,2 | 26,3 |
| Геотермальна енергетика | 12,8 | 19,0 | 0,004 | 0,07 | 1 | 19,0 | 5,1 | 22,4 | 7,0 | 20,0 |
| Усього... | 63,0 | 100 | 5,54 | 100 | 9,3 | 100 | 22,7 | 100 | 35 | 100 |
| Частка від власних традиційних паливних ресурсів, % | 78 | | 7 | | 12 | | 28 | | 48 | |
| Частка від ЗСПГ в Україні, % | 32 | | 2,8 | | 4,7 | | 11,3 | | 17,5 | |

Таблиця 2

Результати техніко-економічного обґрунтування міні-електростанції потужністю 2 МВт,
(для Луганського полігону ТПВ)

| Параметри | Українські двигуни "Первомайськ-дизельмаш" | Двигуни Caterpillari(США) |
|---|--|---------------------------|
| Обсяг полігону, м ³ | 2 000 000 | 2 000 000 |
| Вихід звалищного газу, м ³ /р | 8 000 000 | 8 000 000 |
| Нижня теплотворна здатність газу, МДж/м | 18 | 18 |
| Встановлена потужність міні-електростанції, кВт | 2×1000 | 2×1000 |
| Виробництво електроенергії, кВт·год/р | 14 400 000 | 14 400 000 |
| Капітальні витрати, тис. дол. | 571 | 1345 |
| Експлуатаційні витрати, дол./р.: | | |
| Амортизація | 38 067 | 89 704 |
| Прибуток (відсоткова ставка, 10% на рік) | 57 100 | 134 556 |
| Оплата праці | 3 600 | 3 600 |
| Технічне обслуговування | 5 000 | 5 000 |
| Всього... | 103 767 | 232 859 |
| Внутрішня норма рентабельності (IRR), % | 0,007 | 0,016 |
| Собівартість електроенергії, дол./кВт·год | 39 | 17 |
| Строк окупності, р. | 2,0 | 4,6 |

Таблиця 3

Результати техніко-економічного обґрунтування БЕУ

| | |
|---------------------------------------|-------|
| Капітальні витрати, тис. дол. США | 413,3 |
| Експлуатаційні витрати, тис. дол. США | 21,22 |
| Прибуток, тис. дол. США /рік: | |
| • електроенергія | 41,38 |
| теплота | 5,6 |
| мінеральні добрива | 25,0 |
| Разом... | 71,98 |
| Термін окупності, років | 8,14 |

біопалива, вже зараз присутніми на світовому енергетичному ринку, є біоетанол і біодизельне паливо [6].

Україна є крупним виробником харчового спирту, однак, на жаль, велика кількість спиртових заводів працює з неповним завантаженням або взагалі простоює. Тому в перспективі їх потужності можна спрямувати на виробництво паливного етанолу з лігноцелюлози, але цей процес має бути рентабельним.

Виробництво також доцільно розмістити на діючих цукрових заводах. Їх теплосилове господарство може обслуговувати спиртові цехи і, в період між сезонами, виробництво цукру. Нині 75 цукрових заводів можна поступово дообладнати до 2010 року відділеннями з виробництва паливного етанолу, що розширить період використання технологічного обладнання, яке традиційно працює лише три-чотири місяці на рік. Дооснащення цукрових заводів відповідними технологічними лініями дасть можливість отримувати 1,65 млн. тонн етанолу на рік. Таким чином, з урахуванням всіх напрямків концепції, в Україні можна було б отримувати 2 млн. т/рік біоетанолу [6].

Реконструкція існуючих спиртових заводів дозволить довести виробництво наливного етанолу до 0,3 млн. т/рік. При цьому капіталовкладення в реконструкцію одного заводу становитимуть 0,867 млн. грн., експлуатаційні витрати — 0,017 млн. грн. Запланована собівартість виробленого етанолу становитиме 380 грн./т, оптова ціна — 570 грн./т. [7]

В УкрНДІспиртбіопрод практично завершена розробка технології виробництва спирту етилового абсолютованого і високооктанової кисневмісної добавки (ВКД) з обезводненням етилового спирту адсорбційним способом. За новою технологією зменшуються витрати теплоенергоресурсів на стадії обезводнення більш ніж у 3 рази у порівнянні з азеотропною ректифікацією, що дозволить знизити собівартість кінцевої продукції [7].

На Івашківському спиртозаводі (Харківська обл.) розроблена технологія виробництва добавки етапольної паливної (ДЕП).

При виробництві мінімального обсягу ВКД від її виробників до бюджету надійде 48 млн. грн., оптимального — 144 млн. грн. [7]

Одним з основних видів сировини для біодизельного палива є ріпак. За обсягами виробництва ріпакова олія посідає четверте місце у світі (9,7 %) після соєвої (29,7 %), пальмової (13,1 %) та соняшnikової (12,3 %). Ріпакове насіння містить 45—50 % олії — не менше, ніж насіння соняшника [8].

Порівняно з пальним із нафти для автомобільного транспорту, біодизельне паливо на основі ріпакової олії відзначається суттєвими перевагами, серед яких те, що при спалюванні біодизелю не підсилюється парниковий ефект, оскільки ріпак, як і вся біомаса, є CO₂-нейтральним, має високий ступінь біологічного розкладу за відносно короткий період (за 21 день на 90 %) та ін. До недоліків біодизелю відносять знижену теплоту згорання, що спричиняє падіння потужності двигуна до 16% і збільшення витрати пального [8].

Економічний аналіз проблеми виробництва і застосування біодизелю із ріпаку свідчить: якщо вирощувати ріпак виключно з метою одержання біопалива (РМЕ), — вартість останнього порівняно з нафтовим дизпаливом буде вищою у 2—2,5 рази. Проте застосування РМЕ стає економічно доцільним за умови використання усіх продуктів переробки ріпаку: шроту (на корм або продаж), соломи (на підстилку і лічне паливо), гліцерину (його світова вартість становить близько 900 дол. США/т), а також забезпечення не менше 1 т/га виходу олії. З трьох тонн насіння ріпаку вологістю 7—8 % можна одержати 1 т біодизелю, 1,9 т шроту (з вмістом олії 8—12 %), 0,2 т гліцерину. Додатковими аргументами щодо рентабельності ріпаку як сировини для біопалива та доцільності розширення його виробництва могли б стати його властивості доброго “попередника” для висадження зернових, фітосанітара, а під час цвітіння — чудового медоноса. Слід зазначити, що Україна має сприятливі умови для вирощування ріпаку, але зараз ріпаком засівають лише близько 150 тис. га, тоді як для цього придатні 75 % орних земель. Україна за умови відведення під цю культуру 10 % орних земель і досягнення врожайності 25 ц/га може щороку виробляти до 8,5 млн. т ріпакового насіння. Після переробки цієї сировини можна одержати біопалива близько 3 млн. т/рік, що на 60 % забезпечить річну потребу країни у дизпаливі (при загальній середній потребі 5 млн. т/рік). При посівах ріпаку 5,0 — 5,5 млн. га Україна могла б виробляти РМЕ в обсязі, який повністю задовольнятиме її потреби у паливі. [8]

Нині можливості отримання та застосування дизельного палива в Україні розглядаються на рівні науково-дослідних робіт. Крім того розглядаються варіанти використання використання соломи та деревних відходів для отримання енергії.

Висновок. Таким чином, загальний підсумок зводиться до того, що запровадження використання енергії біомаси і подальші дослідження і розробки у цій сфері моржуть дати значний позитивний економічний ефект.

Першим кроком в цьому напрямку мають стати дослідження організаційно-технічних можливостей та економічних умов постачання її відходів до ТЕС, а також визначення якісних показників біомаси як палива.

Підприємствам лісової та деревообробної промисловості, сільськогосподарським й інші підприємствам доцільно запровадити чітку систему стимулювання та державної підтримки, а також субсидування від держави чи кредитування на пільгових умовах на придбання дерево- і солемоспалювальних котлів, біогазових установок та іншого подібного обладнання або на конверсію існуючих установок.

Запровадження такого роду ВДЕ дасть змогу здійснити раціональну модернізацію та екологізацію підприємств України. У цьому може бути корисним досвід Австрії, яка міжнародним співтовариством визнана одним із лідерів у розвитку біоенергетики. І як зазначив міністр сільського й лісового господарства, екології і керування водними ресурсами Австрії Йозефа Прюльля у своїй доповіді “Стабільне господарювання означає стабільну енергетичну політику...” і тому як на національному, так і міжнародному рівні, слід сприяти реалізації енергетичних проєктів, спроможних забезпечити надійне й екологічно чисте, соціально доступне постачання енергії. [9]

ЛІТЕРАТУРА

1. *Електроенергетика України повинна “позеленіти”* / І. Вольчин, А. Потапов та ін. // Зелена енергетика. — 2003. — № 3. — С. 16—17.
2. *Т. Желєзна, Г. Гелетуха* Біоенергетика України // Зелена енергетика. — 2004. — № 4. — С. 11—13.
3. *Друга в Україні міжнародна конференція “Енергія з біомаси”* // Зелена енергетика. — 2004. — № 4. — С. 13.
4. *Г. Гелетуха, К. Копейкін* Біогаз зі звалищ. Перспективи використання в Україні // Зелена енергетика. — 2002. — № 1. — С. 15—16
5. *Г. Гелетуха, С. Кобзар, К. Копейкін* Перспективи розвитку технологій отримання біогазу в Україні // Зелена енергетика. — 2001. — № 3. — С. 13.
6. *Рідке паливо із біомаси* // Зелена енергетика. — 2003. — № 4. — С. 7—11.
7. *Желєзна Т.А.* Стан розвитку та перспективи виробництва і застосування рідких палив із біомаси. Частина 1 // Екотехнології и ресурсосбережение. — 2004. — № 2. — С. 3, 6—8.
8. *Желєзна Т.А.* Стан розвитку та перспективи виробництва і застосування рідких палив із біомаси. Частина 2 // Екотехнології и ресурсосбережение. — 2004. — № 3. — С. 4—7.
9. *Інвестиційні проєкти для української біоенергетики* // Зелена енергетика. — 2003. — № 3. — С. 21.