

УДК 621.311+658.26

**В.І.Будько**, канд.техн.наук, **Р.А.Климюк** (Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", Київ)

## **Можливості використання відновлюваних джерел енергії на підприємствах агропромислової та харчової галузей України**

*В роботі проведено аналіз сучасного стану використання енергетичних ресурсів на підприємствах агропромислової та харчової галузей. Визначено основні спільні блоки проблем, які можливо вирішити за рахунок використання енергогенеруючого устаткування на базі відновлюваних джерел енергії.*

**Ключові слова:** енергоресурси, відновлювані джерела енергії, енергоефективність, альтернативні види палива, агропереробна галузь, харчова галузь.

*В работе проведен анализ современного состояния использования энергетических ресурсов на предприятиях агропромышленной и пищевой отраслей. Определены основные общие блоки проблем, которые возможно решить за счет использования энергогенерирующего оборудования на базе возобновляемых источников энергии.*

**Ключевые слова:** энергоресурсы, возобновляемые источники энергии, энергоэффективность, альтернативные виды топлива, агроперерабатывающая отрасль, пищевая отрасль.

Постійне зростання конкуренції на ринку агропромислової та харчової галузей спонукає вітчизняні підприємства до пошуку нових засобів і методів підвищення ефективності виробництва та рівня конкурентоспроможності за рахунок впровадження інноваційного технологічного устаткування і нових генеруючих потужностей, які б мінімізували залежність від постійного зростання вартості енергоносіїв. Вплив вартісних показників енергетичних ресурсів досяг такого рівня, що став найбільшою загрозою для існування підприємств даних галузей (особливо гостро це питання постало перед малими та середніми підприємствами АПК).

Одним із напрямків скорочення використання традиційних енергетичних ресурсів при збереженні існуючих об'ємів виробництва на підприємствах агропромислової та харчової галузей є перехід на альтернативні (і, по можливості, дешевші) джерела енергії з метою їх використання у виробничому циклі.

Згідно з офіційними даними, у 2011 р. кінцеве споживання енергоресурсів у харчовій промисловості зросло до 2,044 млн т н.е., що у сукупному споживанні промисловості України склало 7,9%. При цьому слід враховувати той факт, що енергоефективність харчової промисловості становить

39,8% від рівня ЄС [1]. Тобто потенціал енергосозбереження харчової промисловості України в цілому становить 1,23 млн т н.е. З іншої точки зору, таке високе значення потенціалу енергоресурсозбереження говорить про неефективне використання енергетичних ресурсів, тобто в загальному випадку на одиницю харчової продукції, що випускається в Україні, витрачається в 2,5 рази більше енергоресурсів, ніж у середньому по країнах ЄС.

У 2011 р. кінцеве споживання енергоресурсів у сільському господарстві склало 2,436 млн т н.е. Енергоефективність сільського господарства складала 37% від рівня ЄС. Зростання енергоефективності за період з 2007 по 2011 р. склало приблизно 9%. Головною причиною неефективності в секторі є низька додана вартість. Згідно з розрахунками, за споживанням енергоресурсів на один гектар земель сільськогосподарського призначення Україна практично не поступається ЄС. Україна витрачає приблизно 119 кг н.е. на 1 гектар, тоді як у ЄС, за даними Євростату, цей показник складає 140 кг н.е. При цьому додана вартість у ЄС значно більша завдяки вищій урожайності та продуктивності аграрного сектора. Наприклад, у 2011 р. урожайність пшениці в Украї-

ні складала 37 центнерів з гектара, тоді як у середньому в ЄС – 52 центнери з гектара [1].

Потенціал енергоресурсозбереження агропромислової галузі України в цілому становить 1,53 млн т н.е. Високе значення потенціалу енергоресурсозбереження говорить про неефективне використання енергетичних ресурсів, тобто в загальному випадку на одиницю сільськогосподарської продукції, що випускається в Україні, витрачається в 2,7 разів більше енергоресурсів, ніж у середньому в країнах ЄС.

Існуюче законодавство України у сфері енергоефективності та відновлюваних джерел енергії дозволяє підприємствам різних галузей, в тому числі і агропереробної та харчової, ефективно впроваджувати новітні енергоефективні технології та енергообладнання на базі відновлюваних джерел енергії з метою скорочення споживання традиційних енергоносіїв та підвищення енергоефективності виробництва в цілому. Серед основних законів та нормативно-правових актів, що стимулюють впровадження ВДЕ та енергоефективних технологій, слід виділити наступні:

1. Закон України "Про енергозбереження" №74/94-ВР від 1 липня 1994 року.

2. Закон України "Про внесення змін до деяких законів України щодо встановлення "зеленого" тарифу" №601-VI від 25.09.2008 року.

3. Закон України "Про внесення змін до Закону України "Про електроенергетику" щодо гарантування зобов'язань держави щодо стимулювання використання альтернативних джерел енергії" №3486-VI від 03.06.2011 року.

4. Закон України "Про внесення змін до Закону України "Про електроенергетику" щодо стимулювання виробництва електроенергії з альтернативних джерел енергії" №5485-VI від 20.11.2012 року.

5. Постанова КМУ від 1 березня 2010 року №243 "Про затвердження Державної цільової програми енергоефективності і розвитку сфери виробництва енергоносіїв з відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива на 2010-2015 роки".

Основним показником потреб підприємства в енергоресурсах на одиницю виробленого валово

вого внутрішнього продукту (ВВП) є енергоемність ВВП [2]. Ефективність використання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) на підприємстві характеризується досконалістю кожного етапу руху енергії за допомогою показників ефективності через відношення одержаної (корисно використаної) енергії за відповідними критеріями до обсягів підведеної енергії або вартості виробленої продукції [3, 4]. Показники ефективності використання ПЕР дають змогу порівняти у просторі та часі рівень ефективності використання цих ресурсів в агрегатах, технологічних процесах, підприємствах, об'єднаннях, організаціях, за видами економічної діяльності, в галузях економіки й промисловості, у регіонах та в державі, а також ефективність структури споживання енергоносіїв з погляду економічної доцільності їхнього застосування у різних технологічних процесах та агрегатах з урахуванням енергетичного ефекту та ціни на них.

Показники енергоефективності можуть бути прямі, тобто такі, що безпосередньо визначають ефективність використання ПЕР, і непрямі – в яких ефективність використання ПЕР прямо не відображається, але значною мірою залежить від рівня та структури використання ПЕР.

До перших належать: енергоемність ВВП та валової доданої вартості (ВДВ) випуску окремих видів продукції тощо, питомі витрати ПЕР на одиницю продукції (послуг, робіт), коефіцієнти корисного використання (ККВ) енергії, ККД окремих агрегатів, технологічних процесів тощо. До непрямих належать такі узагальнюючі показники, як продуктивність праці, рентабельність виробництва, фондоозбросеність, енергоозбросеність праці тощо.

Прямі показники ефективності використання ПЕР можна поділити на вартісні, комбіновані і натуральні.

Під час розрахунків ефективності використання ПЕР на даний час використовують низку показників, для котрих розроблено і затверджено відповідні стандарти, методичні матеріали. Деякі з них застосовуються у чинній системі економічної та енергетичної статистики.

Енергоемність випуску  $e_{ВВП}$ , кг у.п./грн, визначається за аналогією з енергоемністю ВВП:

$$e_{ВПР} = \frac{P}{V_B}, \quad (1)$$

де  $P$  – обсяг споживання ПЕР на енергетичні цілі, кг у.п.;  $V_B$  – обсяг випуску продукції на підприємстві, грн.

Цей показник можна використовувати на всіх рівнях управління економікою.

Енергоємність ВДВ  $e_{ВДВ}$ , кг у.п./грн, є обсягом споживання ПЕР для задоволення енергетичних виробничих і невиробничих потреб на одиницю ВДВ:

$$e_{ВДВ} = \frac{P}{V_{ВДВ}}, \quad (2)$$

де  $V_{ВДВ}$  – обсяг валової доданої вартості на підприємстві, грн.

Паливоємність  $B_{V(ВДВ, ВВП)}$ , кг у.п./грн, електроенергоємність  $W_{V(ВДВ, ВВП)}$ , кВт·год/грн, теплоенергоємність  $Q_{V(ВДВ, ВВП)}$ , Гкал/грн випуску є обсягом споживання органічного палива, електроенергії та теплової енергії відповідно для задоволення потреб у цих видах енергоносіїв виробничих і невиробничих споживачів на одиницю продукції (ВДВ, ВВП).

$$B_{V(ВДВ, ВВП)} = \sum \frac{B_i}{V_{V(ВДВ, ВВП)}}; \quad (3)$$

$$W_{V(ВДВ, ВВП)} = \frac{W_i}{V_{V(ВДВ, ВВП)}}; \quad (4)$$

$$Q_{V(ВДВ, ВВП)} = \frac{Q}{V_{V(ВДВ, ВВП)}}, \quad (5)$$

де  $B_i$  – обсяг споживання палива, кг у.п.;  $W_i$  – обсяг споживання електроенергії, кВт·год;  $Q$  – обсяг споживання теплової енергії, Гкал.

ДСТУ [5] визначає терміни "електромісткість продукції" і "тепломісткість продукції" і трактує їх таким чином.

Електромісткість продукції – це відношення всієї споживаної за рік електричної енергії до річного обсягу продукції, виробленої підприємством.

Тепломісткість продукції – відношення всього споживаного підприємством за рік тепла до річного обсягу виробленої продукції.

Використання прямих показників ефективності дає змогу проводити статистичну звітність та

оцінювати заходи щодо підвищення енергоефективності підприємства [2].

Згідно прогнозованих даних на 2013 рік, врожайність соняшникового насіння має скласти 9 млн т. Теплотворна здатність 1 т сухої речовини соняшникового лушпиння еквівалентна 17,2 МДж. Оскільки при переробці соняшнику на лушпиння припадає від 17% до 20% по відношенню до маси насіння, то прогнозований енергетичний потенціал на 2013-2014 рр. буде знаходитися в межах 0,628-0,739 млн т н.е.

Великі олійноекстракційні заводи (ОЕЗ) та олійно-жирові комбінати (ОЖК) України почали впроваджувати технологію спалювання лушпиння. Згідно [6] на підприємствах масложирової промисловості впроваджують котли трьох видів. До першого виду належать сучасні котли іноземних виробників, таких як *Vyncke* (Бельгія), *Rafako* (Польща), *Larget-Badcock* (Франція). До другого виду належить обладнання, спроектоване українським СПКТБ "Енергомашпроект" (Київ) і виготовлене не заводах України та Росії. Крім того, на деяких підприємствах працюють старі котли, призначені для викопних палив, що були переобладнані під спалювання лушпиння. Впровадження цієї технології дозволяє повністю відмовитись від використання викопних палив, зменшити собівартість виробництва цільового продукту та підвищити енергоефективність підприємства в цілому (реалізовані проекти в ПАТ "Чернівецький олійно-жировий комбінат" та ТОВ "Пересічанський маслоекстракційний завод").

Згідно прогнозних даних на 2013 рік, врожайність цукрового буряку має скласти 11,8 млн т (МАПК України). При цьому підвищення ефективності цукрового виробництва повинне ґрунтуватися на впровадженні більш сучасного технологічного устаткування, а також на максимальній утилізації відходів цукрового виробництва.

Як альтернативні види палива, які частково заміщують природний газ або мазут, можуть слугувати відходи цукрового виробництва. У процесі переробки цукрових буряків накопичується велика кількість органічних відходів. Частина з них знаходиться у твердому вигляді – бур'яни, рештки гички, дрібні хвостики та жом, інша частина –

у розчиненому вигляді (водні емульсії та суспензії). Всі ці органічні відходи (в твердому та рідкому стані) можуть бути перероблені на біогаз та високоякісне органічне добриво шляхом зброджування в метантенках.

Теплотворна здатність біогазу відносно невисока і складає 0,5-0,6 від теплотворної здатності природного газу (4000-4800 ккал/м<sup>3</sup>, коефіцієнт відношення до умовного палива – 0,57-0,69).

Вихід біогазу в межах 0,3-0,5 м<sup>3</sup> на кг сухої маси відходів у залежності від їх складу та технології зброджування в перспективі може забезпечити 10-15% потреби галузі в паливі при одночасному покращенні екологічного стану навколишнього середовища.

Іншим напрямком зменшення споживання природного газу або топкового мазуту є використання меляси або патоки цукрового виробництва для приготування паливного етанолу.

Енергетична здатність культури цукрового буряку складає 135-150 ГДж/га. З однієї тонни коренеплодів цукрових буряків, застосовуючи відповідну технологію, можна одержати 500 м<sup>3</sup> газу метану, а, переробивши одну тонну бадилля – 400 м<sup>3</sup>.

Згідно з [7], собівартість 1000 кубометрів такого біогазу становитиме близько 350 гривень, що в 6-8 разів дешевше, ніж ціна природного газу для непобутових споживачів України.

Крім розглянутих вище технологій, підвищення ефективності необхідне у консервній, хлібобулочній, молокопереробній, кондитерській, олійній, ковбасній технології та на підприємствах для розведення великої рогатої худоби. Можна виділити наступні блоки технологій зі спільними проблемами.

1. Потреба в більш дешевій тепловій енергії спостерігається практично у всіх проаналізованих технологіях, що можливо вирішити за рахунок:

- використання низькопотенційного скидного теплового потенціалу при впровадженні теплових насосів;
- використання відпрацьованих вторинних ресурсів, що мають властивості біопалива;
- впровадження енергетичного устаткування, що перетворює енергію Сонця в теплову енергію необхідних параметрів;

- впровадження енергетичного устаткування, що перетворює енергію біомаси в теплову енергію.

2. Потреба в електричній енергії спостерігається практично у всіх проаналізованих технологіях, що можливо вирішити за рахунок:

- впровадження енергетичного устаткування, що перетворює енергію Сонця в електричну енергію;
- впровадження енергетичного устаткування, що перетворює енергію вітру в електричну енергію;
- впровадження енергетичного устаткування, що перетворює енергію малих річок (при наявності річкового стоку) в електричну енергію;
- впровадження енергетичного устаткування, що перетворює енергію біомаси в електричну енергію.

3. Необхідність скорочення енергоспоживання за умови збереження виробничих потужностей, що можливо вирішити за рахунок:

- впровадження більш енергоефективного виробничого устаткування та обладнання, що відповідає сучасному розвитку науки і техніки;
- впровадження системи моніторингу енергоспоживання (енергоменеджменту) з можливістю визначення найбільш енергозатратних виробничих галузей та пошуку шляхів скорочення енерговикористання на даних ділянках;
- максимальне залучення вторинних енергетичних ресурсів до основного технологічного циклу за рахунок впровадження когенераційних установок.

**Висновки.** 1. Згідно аналізу офіційних даних щодо енергоефективності регіонів України встановлено, що потенціал енергоресурсозбереження харчової промисловості України в цілому становить 1,23 млн т н.е., а потенціал енергоресурсозбереження агропромислової галузі України в цілому становить 1,53 млн т н.е., що говорить про неефективне використання енергетичних ресурсів. Тобто в загальному випадку на одиницю харчової та сільськогосподарської продукції, що випускається в Україні, витрачається відповідно в 2,5 та 2,7 разів більше енергоресурсів, ніж у середньому по країнах ЄС.

2. В результаті аналізу існуючого законодавства встановлено, що в Україні діє ряд нормативно-правових актів, які дозволяють впроваджувати енергоефективні технології та генеруюче устаткування на базі відновлюваних джерел енергії.

3. В результаті розгляду існуючих методів для визначення енергоефективності запропоновано алгоритм розрахунку основних показників енергоефективності, використання яких дозволяє в повній мірі провести оцінку стану використання енергетичних ресурсів у будь-якій виробничій технології.

4. В результаті розгляду основних технологій агропромислової та харчової галузей виявлено потребу в більш дешевій тепловій та електричній енергії, яку можливо вирішити за рахунок впровадження нового обладнання, що дозволить максимально залучати до технологічного циклу власні вторинні енергетичні ресурси та відновлювані джерела енергії.

1. *Рейтинг* енергоефективності областей України. –

джерело доступу [www.energy-index.com.ua](http://www.energy-index.com.ua).

2. *Митрахович М.М., Герасимчук І.С.* Методика розрахунку основних показників енергоефективності підприємства // Наукоємні технології. – 2009. – №3. – С. 93–95.

3. *Суходоля О.М.* Енергоємність валового внутрішнього продукту: тенденції та чинники впливу// зб. наук. пр. Національної академії державного управління при Президентові України. – 2003. – № 2. – С. 140–149.

4. *Стратегія енергозбереження в Україні: Аналітично-довідкові матеріали в 2-х томах / За ред. В.А. Жовтянського, М.М. Кулика, Б.С. Стогнія.* – К.: Академперіодика, 2006. – Т 1. – 510 с.

5. *ДСТУ 2804-94* "Енергобаланс промислового підприємства. Загальні положення. Терміни та визначення". – 1996. – 42 с.

6. *Бевз В.В.* Перспективи і напрями впровадження енергозберігаючих заходів на підприємствах цукрової галузі України / зб. наук. праць "Формування ринкової економіки". – 2011. – № 26. – С. 290–299.

7. *Звіт* "Огляд основних технологій агропромислової та харчової галузей України з точки зору енергоспоживання" в рамках виконання проекту Глобального екологічного фонду (ГЕФ) та Агентства ООН з Промислового Розвитку (ЮНІДО) – "Підвищення енергоефективності та просування поновлюваних джерел енергії в агропродовольчому комплексі та інших малих і середніх підприємств (МСП) в Україні". – Київ, 2013. – 115 с.

УДК 662.76:662.765:662.767:662.769

**А.Р.Щокін** (Інститут відновлюваної енергетики НАН України, Київ)

## **Проблеми та перспективи на шляху подальшого використання штучних горючих газів в Україні**

*Розглянуто деякі особливості та перспективи на шляху подальшого розвитку використання штучних горючих газів, які виникають у промисловості, для доповнення паливно-енергетичного комплексу України.*

**Ключові слова:** штучні горючі гази металургійні, коксохімічні, біогаз, біометан, обсяги використання, проблеми, перспективи, подальше використання.

*Рассмотрены некоторые особенности и перспективы на пути дальнейшего развития использования искусственных горючих газов, которые вырабатываются в промышленности для дополнения топливно-энергетического комплекса Украины.*

**Ключевые слова:** искусственные горючие газы металлургические, коксохимические, биогаз, биометан, объемы использования, проблемы, перспективы, дальнейшее использование.

Основним чинником проблеми, що визначає необхідність розвитку використання штучних горючих газів у паливно-енергетичному комплексі України є те, що на сьогодні ще існують можливості зменшення втрат цих газів у навколишнє природне середовище, за рахунок чого збільшать-

ся обсяги їх використання. Крім того, на це додатково впливають:

- відсутність достатніх обсягів власного органічного палива, залежність від його імпорту, зростання дефіцитності традиційних енергоресурсів, підвищення їх вартості на світовому ринку та