

М. А. Юдін,  
кандидат економічних наук,  
м. Одеса

## ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ КОГЕНЕРАЦІЙНИХ УСТАНОВОК ДЛЯ ПІДТРИМАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ДЕРЖАВИ

**Актуальність теми.** У проекті енергетичної стратегії України до 2030 р. визначається, що енергозбереження має суттєвий вплив на енергетичну безпеку держави, оскільки неефективне внутрішнє споживання паливно-енергетичних ресурсів вимагає великих обсягів (майже 50 %) їх імпорту, що призводить до значної залежності від країн-експортерів. Разом із тим потенціал енергозбереження в Україні становить понад 45 % обсягу споживання паливно-енергетичних ресурсів. Його реалізація дозволить зменшити проблеми зовнішньої енергетичної залежності.

Впровадження когенераційних технологій з використанням природного газу малих газових, газоконденсатних та нафтогазових родовищ, шахтного газу метану, генераторного газу, біогазу та інших альтернативних видів палива є одним із перспективних напрямків подолання дефіциту енергоносіїв в Україні та забезпечення надійного енергопостачання споживачів, а також економії паливно-енергетичних ресурсів. Когенераційні технології є не лише економічно обґрунтованими, але й екологічно значимими для України.

**Виклад основного матеріалу.** Для аналізу місця когенераційних систем у забезпеченні енергетичної безпеки держави необхідно дослідити можливі напрями їх використання в економіці України, а також ефективність застосування цих установок у порівнянні з зарубіжними аналогами.

Принцип когенерації полягає у подвійному використанні енергії згорання:

- 1) як джерела струму;
- 2) як джерела тепла.

Серед вітчизняних машинобудівних підприємств когенераційні установки є продукцією АТВТ „Первомайськдизельмаш” та ВАТ „Південьтрансенерго”.

Для дослідження ефективності застосування когенераційних установок використаємо відомості про когенераційні установки АТВТ „Первомайськдизельмаш” електричною потужністю 500, 630, 800 кВт та тепловою потужністю відповідно 0,62; 0,77 і 0,9 Гкал/годину, оскільки вони наразі мають значні обсяги застосування в галузях господарської діяльності України.

Когенераційні установки мають перспективи застосування у наступних сферах економіки України:

- основним напрямом застосування когенера-

ційних установок є їх використання для комунальних цілей на підприємствах із теплопостачання, оскільки вони здатні поєднати виробництво тепла із виробництвом енергії, що, по-перше, забезпечить стабільне постачання гарячої води (ця проблема є надзвичайно актуальною в малих містах та селищах), а також електроенергії, по-друге, дасть змогу знизити собівартість тепла за рахунок високого КПД когенераційної установки; по-третє, за рахунок зменшення ціни та надання більш якісних послуг, а також зниження шкідливих викидів дозволить покращити показник якості життя населення.

На сьогодні в Україні працює близько 200 когенераційних систем на котельних установках, які підлягають модернізації згідно Державної, галузевої та регіональних програм підвищення енергоефективності на 2010-2014 рр. Упровадження за останні 5 років більш ніж 30 когенераційних установок у містах Хмельницький, Вінниця, Тернопіль, Донецьк, Івано-Франківськ та інших, які працюють на природному газу, дозволило покращити економічний стан цих підприємств та створити умови для утримання різкого зростання тарифів на послуги тепло-, та гарячого водопостачання для населення;

— у нафтогазовій галузі — до 50 когенераційних установок, що використовують в якості моторного палива побіжного нафтового газу (актуально практично на всіх родовищах Львівської, Івано-Франківської, Сумської, Полтавської, Чернігівської областях). Завдяки високим техніко-економічним показникам є ефективними в експлуатації під час роботи на побіжному нафтовому газі газодизель-генератори: на Потанайському нафтогазовому родовищі в Ханті-Мансійському національному окрузі, Росія; на морських нафтовидобувних платформах родовища „Білий тигр” у В'єтнамі;

— у вугільній промисловості — до 100 когенераційних установок, де одною із небезпек є шахтний газ метан, що можна використовувати для роботи генераторів. За відомостями геологорозвідувальних робіт запаси шахтного метану у вугільних родовищах у Донецького та Львівсько-Волинського басейнів становлять понад 13,0 трлн. м<sup>3</sup>. Під час підземного видобутку 1 т вугілля виділяється до 22 м<sup>3</sup> метану (див. табл. 1). Упровадження когенераційних установок сприятиме

Таблиця 1

## Перспективи використання природного газу на вугільних шахтах України

Кількість вугільних шахт, придатних до упродовження КГУ	Вивільнення метану системами підземної дегазації (приведеного до $Q=7600$ ккал/м <sup>3</sup> ), млн.м <sup>3</sup> /рік	Необхідна кількість когенераційних установок для утилізації газу, шт.	Електричний потенціал газу, млн. кВт/рік	Зменшення викидів CO <sub>2</sub> за рахунок утилізації газу, млн.т./рік.
29	183,4	100	551	2,41

Таблиця 2

## Перспективи використання когенераційних установок на полігонах ТПВ

Кількість придатних до використання полігонів ТПВ, од.	Можливі обсяги видобування біогазу, млн. м <sup>3</sup> /рік (при $Q - 19,8$ МДж/м <sup>3</sup> )	Необхідна кількість когенераційних установок для утилізації газу, шт.	Електричний потенціал біогазу, млн. кВт/рік	Зменшення викидів CO <sub>2</sub> за рахунок утилізації біогазу, млн.т./рік.
90	400	150	745	3,26

виконанню завдань Закону України „Про газ (метан) вугільних родовищ” від 21.05.2009 р. №1392-VI та Концепції реалізації положень Кіотського протоколу на шахтах України.

— на підприємствах з переробки твердих побутових відходів (ТПВ) під час використання звалищного газу – до 150 когенераційних установок. За відомостями Інституту технічної теплофізики НАН України та НТЦ “Біомаса” (м. Київ) одним із основних джерел біогазу є продукти розкладання твердих побутових відходів (ТПВ). За проведеними дослідженнями встановлено, що міста України генерують понад 40 млн. м<sup>3</sup> ТПВ на рік, що розміщуються на 655 звалищах. При цьому, у результаті природних процесів відбувається виділення понад 100 м<sup>3</sup> газу на 1 тону ТПВ. На майбутнє до промислового використання придатні 90 великих полігонів ТПВ, де і можливе застосування когенераційних установок наведено в таблиці №2.

— на підприємствах хімічної, металургійної та інших галузей промисловості, де попутними складовими продуктів основного виробництва є горючі газові суміші — відходи виробництва, а також на підприємствах із безперервним циклом виробництва, де необхідно забезпечити резервування в подачі елек-

тричної енергії, та для інших цілей – до 200 когенераційних установок;

— на підприємствах різних галузей господарювання при використанні альтернативних видів палива (генераторний газ, біогаз, синтез газ та інших), які можливо отримати у результаті переробки місцевої енергосировини — до 200 шт. когенераційних установок.

Виходячи із наведених відомостей вітчизняний ринок когенераційних установок на цей час складає біля 250 шт., а враховуючи економічні можливості підприємств, упродовження в експлуатацію когенераційних установок можливе до 30 шт. на рік.

Ринок когенераційних установок на базі поршневого двигун-генераторів в Україні представлений імпортерами: Jenbacher (Австрія), Deutz (Німеччина), Caterpillar (США), Wilson (Англія), які за допомогою „маркетингових інтервенцій”, а саме: запровадженням особливих тендерних процедур із залученням коштів Світового банку реконструкції та розвитку згідно цільових програм, проведенням окремих урядових рішень по скасуванню ввізного ПДВ та мита і т. і., поступово просувають свою продукцію до України. Разом із тим когенераційні установки виробництва АТВТ „Первомайськдизельмаш” за основними техніко-економічними

## Порівняльний аналіз світових та вітчизняних когенераційних установок

Виробник продукції характеристики	АТВТ "Перво- майськдизельмаш"	Jenbacher (Янбахер)	Caterpillar (Катерпілер)	Волжск. дизель ім. Маміних
Марка двигун-генератора (двигуна)	ДвГА-500 (6ГЧН25/34)	J312GS (12ГЧН13,2/17)	САТ 500SP	ГДГ 90 (6ГЧН21/21)
Потужність електрична, кВт	500	526	519	500
Потужність теплова, кВт	720	642	653	650
Частота обертів к/в, об/хв.	600	1500	1500	1000
Питомі витрати палива, нм <sup>3</sup> /кВт х год.	0.266	0.255	0.262	0.286
Загальний коефіцієнт корисної дії установки, %	91,7	87,4	86	80,5
КПД електричний, %	37,6	39,4	38,1	35
КПД тепловий, %	54,1	48	47,9	45,5
Ступінь автоматизації	1-2	2-3	2-3	1-2
Ресурс до капремонту, год.	80 000	60 000	60 000	60 000
Загальний ресурс, год.	200000	120000	120000	120000
Питома ціна, у залежності від варіанту виконання замовлення (без модульн. блоку), \$/кВт	~550	~700-1050	~750	~700
Питомі річні експл. витрати, \$/кВт	~500	~1000	~800	~500

ми показникам не поступаються закордонним аналогам, а за ціновими пропозиціями є кращими. Порівняльний аналіз представлений у таблиці №3.

Здійснений аналіз свідчить, що вітчизняні когенераційні установки за показникам надійності, загального моторесурсу, коефіцієнту корисної дії та ціновим є найкращими, за економічним показникам — не поступаються закордонним аналогам. Залучення вітчизняних підприємств до Державної програми із створення нових зразків когенераційної продукції, які в якості палива будуть використовувати альтернативні його види, дасть можливість розширити географію експортних поставок.

У цілому застосування когенераційних установок вітчизняного виробництва дозволить:

— використовувати велику гаму альтернативних видів палива із низькою теплоутворюючою спроможністю (малим змістом метану, від 25%) та низьким ступенем детонації, і з високою теплоутворюючою спроможністю, а також пальне з олів рослинного походження, які можливо отримати в результаті переробки місцевої енергетичної сировини;

— економити біля 30% видів палива, які використовуються під час виробництва електричної та теплової енергії у порівнянні з традиційним їх роздільним виробництвом;

— майже втричі знизити витрати на електроенер-

гію, питома вага яких, наприклад, лише в теплоенергетиці в середньому складає до 40% тарифу на послуги тепло та гарячого водопостачання населенню;

— знизити втрати під час транспортування енергоносіїв у зв'язку з розташуванням джерела енергії безпосередньо біля споживача;

— підвищити енергонезалежність вітчизняних підприємств;

— знизити рівень викидів шкідливих речовин та можливість отримати одиниці скорочень викидів парникових газів – до 3,3 тис. тон CO<sub>2</sub>e на 1 МВт встановленої електричної потужності;

— уже через 2-3 роки, після закінчення терміну окупності капіталовкладень по їх впровадженню в експлуатацію, отримувати щорічний прибуток у розмірі біля 1 млн. грн. в розрахунку на 0,5 МВт встановленої електричної потужності, а у порівнянні із закордонними аналогами продукції та умовами в пропозиціях:

— на 20-30% нести менші затрати на впровадження когенераційних установок;

— нести значно нижчий рівень експлуатаційних витрат, у тому числі і на сервісне обслуговування;

— отримати раціональну схему підключення когенераційних установок до існуючих електро- та тепlopостачаючих систем із виконанням проектних робіт від виробника та постачальника продукції;

**Розрахунок економічного ефекту від впровадження когенераційних установок  
на базі двигун-генераторів ДвГА-500 (ціни вказані безПДВ)**

№	Найменування показника	Умовне позначення	Од. виміру	Значення
<b>1. Вихідні відомості</b>				
1	Потужність:			
	електрична	Ne	кВт	500
	теплова	Nt	кВт	720
2	Кількість часів експлуатації на рік	t	годин	6500
3	Коефіцієнт використання потужності	Km		0,85
4	Питомі витрати оливи	qm	г/кВт г	0,70
5	Кількість оливи в системі	Gm	кг	500
6	Ціна оливи	Cm	грн/кг	12
7	Термін служби оливи до заміни	Tm	годин	1500
8	Витрати газового палива з тепловіддачею $Q_n=8000$ кКал/нм <sup>3</sup>	Gg	нм <sup>3</sup> /год	140
9	Ціна газового палива	Cg	грн/нм <sup>3</sup>	2,18
10	Ціна теплової енергії	Ct	грн/1 Гкал	400
11	Термін до капремонту	Rкр	годин	80000
12	Коефіцієнт витрат на капремонт від ціни ДвГА-500	Vкр		0,3
13	Ресурс до першої переборки	Rпер	годин	10000
14	Коефіцієнт витрат першої переборки від ціни ДвГА-500	Vпер		0,05
15	Ціна ДвГА-500 без модуля	C	грн	2235000
16	Ціна електроенергії	Cээ	грн/кВт*г	0,62
<b>2. Розрахунок річних експлуатаційних витрат</b>				
17	Витрати на паливо	$Z_g = G_g * t * C_g * K_m$	грн	1686230,0
18	Витрати на оливу	$Z_m = C_m * t * (N_e * K_m * g_m * 0,001 + G_m / T_m)$	грн	49205,0
19	Витрати на капремонт	$Z_{kr} = V_{kr} * C * t / R_{kr}$	грн	54478,1
20	Витрати на переборку	$Z_{per} = V_{per} * C * t / R_{per}$	грн	72637,5
21	Витрати на зарплату	$Z_{zar} = 4 * 1500 * 12$	грн	72000,0
22	Загальні витрати, які відносяться до експлуатації ДвГА-500	$Z_{двг} = Z_g + Z_m + Z_{kr} + Z_{per} + Z_{zar}$	грн	1934550,6
<b>3. Розрахунок річного економічного ефекту та терміну окупності</b>				
23	Кількість електроенергії виробленої за рік	$S_{ээ} = N_e * t * K_m$	кВт*год	2762500,0
24	Кількість теплової енергії виробленої за рік	$S_{тэ} = N_t * t * K_m * 10^{-6} * 860$	Гкал	3421,1
25	Загальна ціна електроенергії	$C_{эг} = C_{ээ} * C_{ээ}$	грн	1712750,0
26	Загальна ціна теплової енергії	$C_{тг} = S_{тэ} * C_t$	грн	1362432,0
27	Річний економічний ефект	$E_g = C_{эг} + C_{тг} - Z_{двг}$	грн	1146631,4
28	Термін окупності ДвГА-500	$T_{окуп} = C / E_g$	років	1,9
29	Собівартість 1 кВт*ч електроенергії	$C = (Z_{двг} - C_{тг}) / S_{ээ}$	грн/кВт*г	0,205

— розраховувати на мінімальні терміни постачання обладнання на будівельний майданчик, виконання монтажних, пуско-, еколого-налагоджувальних робіт „під ключ” та здачу в експлуатацію;

— отримувати гарантійне та післягарантійне сервісне обслуговування в стислі строки.

Економічні підрахунки (таблиця №4) і фактичний досвід експлуатації довели, що, наприклад, тільки для комунальних та промислових підприємств собівартість однієї кВт х години електричної енергії, виробленої когенераційною установкою з використанням в якості палива природного газу по діючій на цей час ціні, складає ~20 коп., при цьому строк окупності витрат на впровадження когенераційної установки не перевищує двох років. А враховуючи те, що ціна альтернативного виду палива буде нижчою за ціну на природний газ, то і економічний ефект буде вищий.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Таким чином, встановлено, що використання когенераційних установок є перспективним як для забезпечення виробничих потреб, так і потреб населення.

Також використання когенераційних установок дозволяє отримати ефект у трьох напрямках:

1) економічному (зниження собівартості електроенергії та тепла, підвищення ефективності використання паливних ресурсів, і, як наслідок, підвищення енергонезалежності підприємств);

2) соціальному (покращення життя населення за допомогою утримання росту тарифів, покращення якості послуг та децентралізації опалення);

3) екологічному (зниження викидів шкідливих речовин в атмосферу, переробка небезпечних відходів виробництва).

Термін окупності у 1,9 років та висока тривалість експлуатації до першого капітального ремонту робить інвестиції у когенераційні установки привабливим для промислових підприємств, які прагнуть підвищити свою енергетичну незалежність.

Використання когенераційних установок може бути застосовано і як елемент стратегії підвищення енергетичної безпеки країни, зважаючи на наступні аспекти:

1) низький термін окупності когенераційної установки;

2) високий коефіцієнт корисної дії палива, використаного для роботи когенераційної установки;

3) можливість роботи на екологічно чистому та відносно недорогому паливі.

### Література

1. **Аналіз** стану енергетичної безпеки / Рада національної безпеки і оборони України [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.rainbow.gov.ua/news/1012.html>. 2. **Закон** Украї-

ни про альтернативні джерела енергії від 20.02.2003 № 555-IV / Верховна Рада України — Офіц. вид. — К. : Парлам. вид-во, 2006. 3. **Енергетична** стратегія України до 2030 року від 15 березня 2006 р. № 145-р / Кабінет Міністрів України. — Офіц. вид. — К. : Парлам. вид-во, 2006. 4. **Закон** України „Про газ (метан) вугільних родовищ” від 21.05.2009р. №1392 / Верховна Рада України — Офіц. вид. — К. : Парлам. вид-во. 5. **Уход** от газовой зависимости. Энергосберегающие установки производства АООТ „Первомайскдизельмаш” / АТВТ „Первомайскдизельмаш” [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.dieselmash.com.ua>.

### Юдін М. А. Перспективи використання когенераційних установок для підтримання економічної безпеки держави

У статті розглянуто можливості використання когенераційних установок з метою підтримання економічної безпеки держави та екологізації економіки. Проведено аналіз техніко-економічних характеристик когенераційної установки українського виробництва та порівняння її з зарубіжними аналогами.

*Ключові слова.* Когенерація, когенераційні установки, економічна безпека, екологізація економіки.

### Юдин М. А. Перспективы использования когенерационных установок для поддержания экономической безопасности государства

В статье рассмотрены возможности использования когенерационных установок с целью поддержания экономической безопасности государства и экологизации экономики. Проведен анализ технико-экономических характеристик когенерационной установки украинского производства, а также ее сравнение с зарубежными аналогами.

*Ключевые слова.* Когенерация, когенерационная установка, экономическая безопасность, экологизация экономика.

### Yudin M. A. The prospects of the use of cogeneration fluidizers maintenance of economic security of the state

Abstract. The paper considers the possibility of using cogeneration in order to maintain economic security and greening of the economy. The analysis of technical and economic characteristics of the cogeneration unit of Ukrainian origin, as well as its comparison with foreign analogues is introduced.

*Key words.* Cogeneration, cogeneration units, economic security, greening of the economy.

Стаття надійшла до редакції 05.04.2011

Прийнято до друку 26.08.2011