

УДК 620:621.31

С.В. ДУБОВСЬКИЙ, канд. техн. наук (Інститут загальної енергетики НАН України, Київ)

СТАН І ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ КОМБІНОВАНОГО ВИРОБНИЦТВА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ТА ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ В КРАЇНАХ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ

Проаналізовано статистичні дані щодо розвитку технологій комбінованого виробництва електричної та теплової енергії в країнах Європейського Союзу за умов лібералізації ринків природного газу та електричної енергії.

Комбіноване виробництво електричної та теплової енергії вважається однією з найефективніших технологій теплової енергетики. В період до 1990 року найбільш широкого застосування ця технологія набула в республіках колишнього СРСР, де розвиткові централізованого забезпечення від ТЕЦ завжди приділялася пріоритетна увага [1].

Починаючи з 90-х років, на тлі економічної кризи перехідного періоду від планової до ринкової економіки, що характеризувався всіма ознаками енергетичної кризи, розвиток комбінованого виробництва в країнах СНД, і зокрема в Україні, суттєво уповільнився. Основними причинами цього стали такі загальновідомі зовнішні чинники, як суттєве подорожчання природного газу – основного палива ТЕЦ країни на тлі менш суттєвого зростання цін на вугілля для ТЕС і тарифів на електричну енергію; підтримка соціально орієнтованих цін на електричну і теплову енергію за рахунок перехресного субсидювання комунально-побутового сектора промисловими та комерційними секторами економіки; загальне падіння промислових теплових та електричних навантажень; криза платежів за спожиті енергоресурси [2].

Технічне оновлення морально застарілого та фізично зношеного обладнання українських ТЕЦ за несприятливих умов довгострокового кредитування енергетичних проєктів, невизначеності майбутніх стосунків на ринках електричної та теплової енергії, що перебувають зараз на початкових стадіях формування, потребує зважених підходів на підставі багатосторонніх оцінок можливих напрямів реконструкції та нового будівництва ТЕЦ. Саме цим визначається корисність критичного аналізу стану і тенденцій розвитку комбінованого виробництва у провідних країнах світу за умов ринкової економіки.

Освоєння технологій комбінованого виробництва електричної та теплової енергії на базі сучасних технологій відбувається в багатьох країнах світу. Втім, найбільший їх розвиток в останні 10-15 років спостерігається в країнах Європейського Союзу та США. Там комбіноване виробництво, або «когене-

рація», розглядається як своєрідний напрям «зеленої» енергетики, освоєння якої вважається запорукою вирішення гострих проблем суспільства, зокрема, підвищення ефективності використання палив, зниження викидів шкідливих і парникових газів з продуктами згоряння, підвищення рівня енергетичної безпеки національних економік [3].

Відомо, що згідно з Кіотським протоколом 1997 року країни – члени Євросоюзу зобов'язалися скоротити викиди парникових газів на 8% у період з 2008-го до 2012 рр. порівняно з рівнем 1990 року. На виконання цих зобов'язань Комісія ЄС у своїх Доповідях, направлених до Ради Європи, Європейського парламенту, Економічного і Соціального комітетів, а також до Регіонального комітету, визначає конкретні заходи з розвитку когенерації в Європі та усунення перешкод на шляху підвищення енергетичного ККД теплових електростанцій.

Поширення комбінованого виробництва теплової й електричної енергії розглядається в цих документах як важлива складова енергетичної політики ЄС. Зокрема, «План дій щодо підвищення енергетичного ККД у Європейському співтоваристві» передбачає збільшення частки енергії, виробленої ТЕЦ, у загальному обсязі виробленої електроенергії з 9% в 1994 році до 18% у 2010-му, що дозволить значно скоротити емісію CO₂, істотно поліпшити ситуацію у сфері збереження довкілля.

Сучасний розвиток когенерації в Європі має два характерні етапи, що відрізняються зовнішніми (екзогенними) впливами на хід цього процесу. Перший етап, що охоплює період до 1998 року, характеризується розвитком комбінованого виробництва, хоча і за умов організаційної підтримки з боку Європейської комісії, але здебільшого в інтересах національних економік кожної з країн ЄС. На другому етапі, починаючи з 2000 року, на розвиток енергетики країн ЄС істотно впливають чинники міжнародного обміну, пов'язані з поступовою лібералізацією ринків газу та електричної енергії.

Фактичні обсяги впровадження когенерації, основні тенденції та результати розвитку цієї технології в країнах ЄС найповніше проаналізовано в ро-

боті [4], де наведено чимало статистичних даних щодо різних аспектів розвитку когенерації в Європі протягом 1994-1998 рр. Ці дані було одержано вперше за історію існування ЄС у рамках виконання спеціального дослідницького проекту.

Динаміка змін встановленої електричної потужності електричних станцій комбінованого виробництва (табл. 1) свідчить про досить високі темпи розвитку когенерації в Європі у 1994-1998 рр. Електрична потужність ТЕЦ у країнах ЄС зросла в цей період з 63 ГВт до 72 ГВт, або на 14%.

Найбільший приріст електричної потужності спостерігався в Італії – близько 3,2 ГВт. В Іспанії та Нідерландах також спостерігається значний приріст електричної потужності ТЕЦ: більше ніж на 2 ГВт у кожній з країн. У Данії та Фінляндії приріст становив близько 2 ГВт і 1 ГВт відповідно. Максимальної електричної потужності комбінованого виробництва було досягнуто в Німеччині, навіть попри зниження цього показника в окремі роки. Річні обсяги комбінованого виробництва електричної енергії в ЄС (табл. 2) зросли з 204 ТВт·год у 1994 році до 271 ТВт·год у 1998-му. Приріст виробництва становив близько 33%, тобто більше ніж удвічі перевищує темпи зростання встановленої потужності.

Найбільший приріст комбінованого виробництва в період з 1994-го до 1998 року спостерігався в Італії (18 ТВт·год) та Нідерландах (16 ТВт·год). Незначний спад виробництва мав місце в Німеччині.

Частка виробництва електричної енергії комбінованим методом у загальному виробництві

електричної енергії ЄС зросла з 9 до 10,9% , або на 21%. Найвищої питомої ваги когенерації досягнуто в Данії – 64%, Нідерландах – 52,6%, Фінляндії – 35,8%, Австрії – 24,7%.

Частка виробництва електроенергії за теплофікаційними циклами в загальному обсязі виробництва електричної енергії тепловими електростанціями 15-ти країн ЄС досягла 1998 року близько 21%. Максимального значення цього показника досягнуто у Швеції – близько 95%. У Люксембурзі, Австрії та Фінляндії зафіксовано показники вищі за 75%. У Данії та Нідерландах вони становили відповідно 67 і 55%. У Німеччині цей показник зменшився з 13,5 до 11,3%.

Тенденції розвитку виробництва теплової енергії електростанціями країн – членів ЄС здебільшого наслідують тенденції виробництва електроенергії.

Відомості щодо виробництва теплової енергії країнами – членами ЄС методом когенерації в період між 1994-м і 1998 рр. наведено в табл. 3.

У період 1994-1998 рр. виробництво теплоти електростанціями в 15 країнах ЄС зросло на 18%. Найбільш значний приріст як за абсолютними, так і за відносними показниками мав місце в Італії (144 ПДж, або 57% загального виробництва теплоти), у Нідерландах (68 ПДж), Франції (54 ПДж), Великобританії (50 ПДж) та Іспанії (50 ПДж). У Німеччині та Бельгії відбувся спад комбінованого виробництва. Попри це Німеччина посіла 1998 року друге місце в ЄС з виробництва теплоти на ТЕС.

Зростання виробництва теплоти було меншим, ніж збільшення обсягів виробництва електроенергії, отриманої методом когенерації (відпо-

Таблиця 1. Встановлена потужність електростанцій комбінованого виробництва у країнах – членах ЄС* [4]

Країна	1994**		1996		1997		1998	
	електрична	теплова	електрична	теплова	електрична	теплова	електрична	теплова
Бельгія	728	3085	630	3048	721	3254	797	3189
Данія	5214	9180	5489	9581	5946	10152	7027	10999
Німеччина***	26183	46563	22542	40728	20666	41263	22160	35869
Греція	218	552	218	552	218	552	257*	709
Іспанія	1533	4706	2279	4275	3016	5130	3558	5313
Франція	2920	11190	3170	11531	3346	13405	3485	18837
Ірландія	67	339	82	401	87	327	114	464
Італія	6328	17507	7420	19430	8395	20577	9522	23337
Люксембург					31	61	98	204
Нідерланди	6148	12055	6809	13673	8358	16558	8500	16912
Австрія	3246	6001	3134	7257	3409	7284	3416	7346
Португалія	991	4188	961	4292	921	4297	965	3978
Фінляндія	4085	12669	4265	13721	5018	14397	5097	14778
Швеція	2808	8480	2837	9407	3063	10627	3205	12440
Великобританія	2516	13203	3079	14948	3425	15225	3721	15345
Усього по ЄС	62985	149718	62915	152844	66620	163109	71922	169720

* За оцінками Евростату.

** Дані по Німеччині за 1995 рік.

*** Дані по Німеччині стосуються загальної потужності.

Таблиця 2. Обсяги та відносні частки виробництва електричної енергії за теплофікаційним циклом у країнах – членах ЄС* [4]

Країна	1994**			1996			1997			1998		
	Виробок електричної енергії ТЕЦ	Частка ТЕЦ у загальному виробітку електроенергії ТЕС	Частка ТЕЦ у загальному виробітку електроенергії всіма електростанціями	Виробок електричної енергії ТЕЦ	Частка ТЕЦ у загальному виробітку електроенергії ТЕС	Частка ТЕЦ у загальному виробітку електроенергії всіма електростанціями	Виробок електричної енергії ТЕЦ	Частка ТЕЦ у загальному виробітку електроенергії ТЕС	Частка ТЕЦ у загальному виробітку електроенергії всіма електростанціями	Виробок електричної енергії ТЕЦ	Частка ТЕЦ у загальному виробітку електроенергії ТЕС	Частка ТЕЦ у загальному виробітку електроенергії всіма електростанціями
	ГВт-г	%	%	ГВт-г	%	%	ГВт-г	%	%	ГВт-г	%	%
Бельгія	2448	8,0	3,4	3000	9,5	3,9	3069	10,2	3,9	3410	9,6	4,1
Данія	21874	56,2	54,5	29260	55,9	54,6	26562	62,7	59,9	25591	66,9	62,3
Німеччина	47752	13,5	9,0	37817	10,3	6,8	36834	10,3	6,7	41770	11,3	7,5
Греція	819	2,2	2,0	886	2,3	2,1	968	2,5	2,2	981	2,3	2,1
Іспанія	8537	11,1	5,3	13390	17,5	7,7	18567	18,9	9,8	21916	22,2	11,2
Франція	8506	24,5	1,8	9864	22,0	1,9	10663	26,2	2,1	12660	22,7	2,5
Ірландія	259	1,6	1,5	357	2,0	1,9	457	2,4	2,3	404	2,0	1,9
Італія	26477	14,7	11,4	31383	16,2	12,9	40164	20,1	16,0	44856	21,6	17,3
Люксембург							120	37,1	9,5	320	87,7	22,5
Нідерланди	31543	41,7	39,5	36410	45,1	42,7	41502	49,6	47,9	47835	55,4	52,6
Австрія	11721	66,0	21,4	13539	70,3	24,7	14025	71,7	24,7	14268	76,2	24,8
Португалія	3111	15,1	9,9	2845	14,5	8,2	2949	14,1	8,6	3288	12,8	8,4
Фінляндія	20312	59,0	30,9	22536	59,3	32,5	23051	64,0	33,3	25128	75,6	35,8
Швеція	9257	85,0	6,4	10241	70,9	7,3	9301	91,4	6,2	9544	95,5	6,0
Великобританія	11619	5,0	3,6	15108	6,1	4,3	16762	7,0	4,9	18644	7,4	5,2
Усього по ЄС	204235	17,6	9,0	226636	18,3	9,4	244994	19,8	10,1	270615	21,0	10,9

*За оцінками Євростату.

**Дані по Німеччині за 1995 рік.

відно 18 і 33%). Це пояснюється відповідними змінами структури генеруючих потужностей електростанцій комбінованого виробництва зі збільшенням електричного ККД ТЕЦ і, як наслідок, зростанням теплофікаційних коефіцієнтів. За допомоги ТЕЦ 1998 року було заощаджено більше енергії на кожен енергетичну одиницю використаного палива, ніж 1994-го.

Динаміка структури генерації електричної енергії за типами обладнання ТЕЦ ЄС (рис. 1) характеризується зростанням питомої ваги установок на базі ГТУ і ДВЗ. Особливо стрімко зростала частка виробництва електроенергії в парогазових (бінарних) циклах.

Частка ПГУ-ТЕЦ у структурі виробництва когенераційної електроенергії збільшилася з 15,8% у

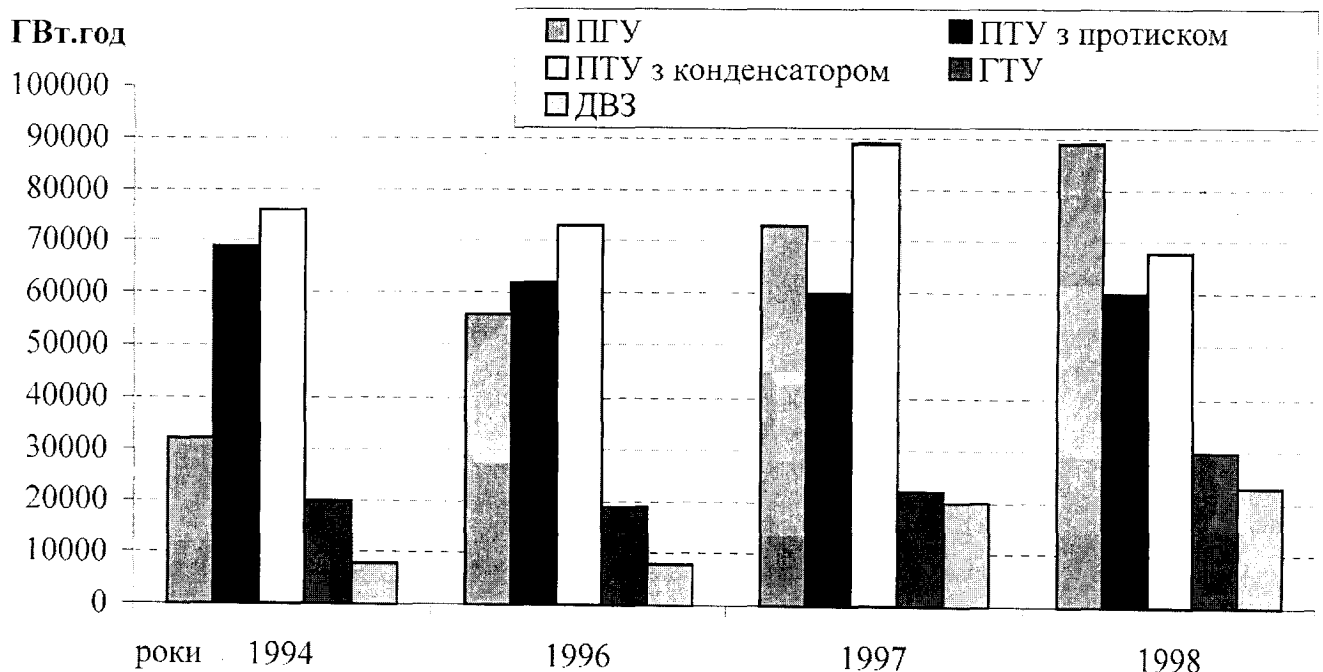


Рис. 1. Динаміка виробництва електричної енергії установками комбінованого виробництва різних типів

Таблиця 3. Виробництво теплоти за комбінованими технологіями у країнах ЄС протягом 1994-1998 рр., ТДж [4]

Країна	1994**	1996	1997	1998
Бельгія	38969	32194	37102	38029
Данія	92387	119116	116296	119717
Німеччина	446886	362984	345510	340761
Греція	5490	6612	7460	7472
Іспанія	91509	104508	141770	141321
Франція	116565	128788	154746	170670
Ірландія	3930	5827	4670	4861
Італія	253675	296266	367071	397796
Люксембург			563	2197
Нідерланди	171026	206443	223511	238765
Австрія	79178	101637	88599	81467
Португалія	46916	48080	51813	50799
Фінляндія	256402	264236	174385	269439
Швеція	124471	138690	144785	155751
Великобританія	174914	219024	221244	225174
Усього по ЄС	1902318	2034405	2179525	2244220

** Дані по Німеччині за 1995 рік.

1994 році до 32,8% у 1998-му. Частка ГТУ-ТЕЦ збільшилася з 9,6 до 11%. Відсоток установок, що використовують двигуни внутрішнього згорання, збільшився з 3,9 до 9. Виробництво електричної енергії паротурбінними теплофікаційними установками – конденсаційними та з протитиском – зменшилося з 71% у 1994 році до 47,1% у 1998-му.

Зазначені зміни структури генерації тісно пов'язані з відповідними змінами структури палива, що витрачається на ТЕЦ. Оскільки паротурбінні ТЕЦ країн ЄС використовують переважно тверді палива: вугілля, торф і лігніт, тоді як установки інших типів спалюють рідкі та газоподібні палива, майже весь приріст генерації ТЕЦ у 1994-1998 рр. одержано за рахунок численних когенераційних установок, що працюють на газоподібних паливах.

Динаміку змін структури споживання палив установками комбінованого виробництва наведено на рис. 2. Категорія «інші види палива» включає горючі ВЕР, більшу частку (55%) яких становлять паливний газ нафтопереробки, коксовий та доменний газ. Структура даної категорії палива в період з 1994-го до 1998 рр. лишалася майже незмінною.

Наведені дані показують, що споживання природного газу в ЄС у період між 1994-м і 1998 рр. збільшилося майже вдвічі. Застосування поновлюваних енергетичних ресурсів також істотно зросло, а використання твердих палив відчутно зменшилося. Знизилася і застосування рідких палив, проте менше, ніж використання твердих палив. Ці дані відбивають загальну цільову тенденцію, яка склалася в ЄС, щодо заміни вугілля як джерела первинної енергії на природний газ та поновлювані види палива.

Використання природного газу в комбінованому виробництві збільшилося більше ніж утричі в Іспанії й так само в Данії. Найбільш істот-

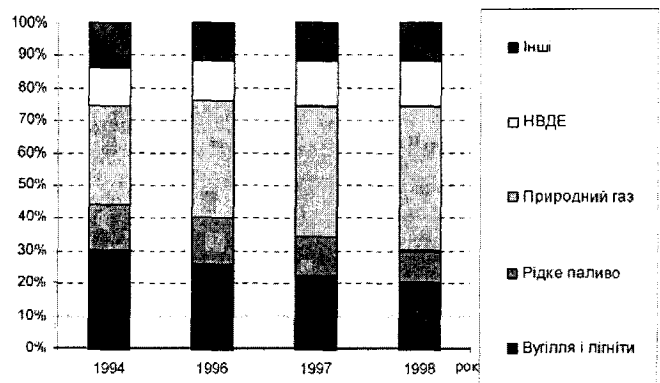


Рис. 2. Структура палива, спожитого ТЕЦ ЄС у 1994-1998 рр.

не абсолютне зростання споживання природного газу спостерігалось в Нідерландах – на 190 ПДж.

Різне зниження споживання вугілля і лігніту в процесі комбінованого виробництва відбулося в Німеччині – з 437 ПДж 1994 року до 262 ПДж 1998-го. Це сталося внаслідок закриття екологічно небезпечних електростанцій на території колишньої НДР. Відчутний спад мав місце в Данії – з 272 до 202 ПДж, а також у Великобританії – з 64 до 43 ПДж. В інших країнах ЄС споживання твердих палив скоротилося значно менше. У деяких державах: Греції, Франції, Австрії, Італії та Ірландії – споживання твердих палив у комбінованому виробництві зросло.

У статистиці ЄС прийнято поділ електростанцій комбінованого виробництва на дві категорії – комунальні та автономні. Комунальні ТЕЦ відпускають теплову енергію в системи централізованого теплопостачання, а електричну енергію – в електричну мережу, тобто вони є складовою частиною енергетичної системи. На відміну від них, автономні установи призначені для задоволення теплових і електричних потреб їх власника і постачають у мережі лише надлишок електричної енергії. Таким чином,

Таблиця 4. Структура виробництва електричної енергії комунальними ТЕЦ та блок-ТЕЦ у країнах ЄС, ГВт-год [4]*

Країна	1994**		1996		1997		1998	
	Комунальні ТЕЦ	Блок-ТЕЦ	Комунальні ТЕЦ	Блок-ТЕЦ	Комунальні ТЕЦ	Блок-ТЕЦ	Комунальні ТЕЦ	Блок-ТЕЦ
Бельгія	1058	1390	1329	1671	1804	1265	2329	1083
Данія	20891	983	27568	1692	24671	1891	23372	2219
Німеччина***	24721	23031	24499	13318	23085	13749	25538	16232
Греція		819		886		968	73	908
Іспанія		8537		13390		18567		21916
Франція	476	8030	831	9033	854	9809	1130	11530
Ірландія		259		357		457		405
Італія	1025	25452	1266	30117	1405	38759	1651	43205
Люксембург						120		320
Нідерланди	16938	14605	18148	18262	21283	20219	24126	23709
Австрія	6964	4757	7413	6126	7624	6401	7891	6376
Португалія	550	2561	412	2433	524	2425	822	2466
Фінляндія	10766	9546	12739	9797	12283	10765	13655	11474
Швеція	5445	3812	6331	3910	5931	3370	5782	3763
Великобританія	**	11619	**	15108	**	16762	**	18644
Усього по ЄС	88834	115400	100536	126100	99464	145527	106369	164250

* За оцінками Євростату.

** Дані комунального сектора Великобританії є конфіденційними і включено в дані по автономним виробникам.

*** Дані по Німеччині за 1995 рік.

автономні ТЕЦ є аналогом блок-станцій у статистиці України, або аналогом електростанцій сектора кінцевого споживання у статистиці США. Надалі такі ТЕЦ називатимемо блок-ТЕС.

Розподіл ТЕЦ Євросоюзу за означеними вище категоріями містить табл. 4. Переважання тієї чи іншої категорії ТЕЦ залежить здебільшого від двох чинників – географічного положення країни та масштабів розвитку систем централізованого опалення. Природно, що частка комунальних ТЕЦ збільшується у напрямі півночі і в Скандинавських країнах (Данії, Швеції й Фінляндії), а також у Бельгії, Німеччині, Австрії та Нідерландах є максимальною. В Данії електростанціями комунального сектора виробляється 91% електричної

енергії. В країнах Північної Європи переважає система централізованого опалення, що пояснює домінуючу частку комунального сектора. Виняток становлять Англія та Ірландія, де традиційним є опалення житла індивідуальними теплогерелами. У країнах Середземномор'я переважають блочні ТЕС.

В цілому по ЄС частка комунальних ТЕЦ становить 40% і залишається майже незмінною.

Розподіл блок-ТЕЦ між секторами суспільного виробництва наведено в табл. 5. Як бачимо, структура виробництва електроенергії окремими секторами у період 1994-1998 рр. не зазнала суттєвих змін. Основна частка виробництва електроенергії та теплоти за комбінованими технологіями нале-

Таблиця 5. Потужності та продуктивність блок-ТЕЦ країн ЄС у галузях промисловості в 1998* році [4]

Галузь	Потужність				Продуктивність			
	електроенергія		теплота		електроенергія		теплота	
	МВт	Частка, %	МВт	Частка, %	ГВт-г	Частка, %	ТДж	Частка, %
Видобуток і агломерація твердого палива	169	0,5	845	0,7	743	0,5	9498	0,6
Видобуток сирої нафти і природного газу	44	0,1	113	0,1	181	0,1	1047	0,1
Коксові печі	8	0,0	2	0,0	38	0,0	69	0,0
Переробні заводи	4212	12,7	16177	14,0	24393	14,9	226595	13,2
Залізрудна промисловість і виробництво сталі	913	2,8	3417	3,0	4688	2,9	40404	2,3
Кольорові метали	121	0,4	673	0,6	314	0,2	5035	0,3
Хімічна промисловість	7570	22,9	28036	24,2	38803	23,6	417218	24,2
Неметалеві корисні копалини	457	1,4	618	0,5	2705	1,6	15203	0,9
Видобувна промисловість	714	2,2	2268	2,0	2825	1,7	32599	1,9
Харчові продукти, напої та тютюн	3176	9,6	13864	12,0	10211	6,2	122335	7,1
Текстиль, одяг і шкіряна промисловість	595	1,8	1340	1,2	2605	1,6	16310	0,9
Целюлозна і поліграфічна промисловість	6515	19,7	26958	23,3	35067	21,3	489452	28,4
Металеві вироби, механічне устаткування	436	1,3	1195	1,0	1528	0,9	11570	0,7
Інші галузі промисловості	1133	3,4	2940	2,5	5360	3,3	38788	2,3
Транспорт	42	0,1	82	0,1	220	0,1	753	0,0
Сфера послуг і комерційний сектор	1202	3,6	3413	3,0	5511	3,4	50603	2,9
Інше	5775	17,5	13702	11,8	29060	17,7	244538	14,2
Усього	33083	100	115643	100	164250	100	1722015	100

Дані по Великобританії містять інформацію про сферу комунальних послуг.

жить галузям з відносно стабільним сезонним і добовим графіком технологічних навантажень: хімічній та паперово-поліграфічній, переробній, харчовій та тютюновій, а також з виробництва напоїв, сумарна частка яких у виробництві електричної енергії становить близько 66%. Частка «інших» галузей досить велика, оскільки в цю категорію включено конфіденційні дані комунального сектора.

Дані щодо КВВП установок когенерації країн ЄС і теплового ККД наведено в табл. 6.

Таблиця 6. Коефіцієнти використання встановленої потужності і теплові ККД (КВП) ТЕЦ країн ЄС [4]

Країна ЄС	1994**		1998	
	КВВП, %	КВП, %	КВВП, %	КВП, %
Бельгія	38,4	83	48,8	80,7
Данія	47,9	63	41,6	68,1
Німеччина**	20,8	76,2	21,5	80,9
Греція	42,9	62,7	43,6	50,3
Іспанія	63,6	75,4	70,3	76,7
Франція	33,3	74,3	41,5	77,8
Ірландія	44,2	57,3	40,5	86,6
Італія	47,8	71,8	53,8	71,9
Люксембург			37,2	69,5
Нідерланди	58,6	71,4	64,2	74,8
Австрія	41,2	70	47,7	60,6
Португалія	35,8	74,8	38,9	71,1
Фінляндія	56,7	85,6	56,3	81,6
Швеція	37,6	79,1	34	78,7
Великобританія	52,7	74	57,2	78,9
Усього по ЄС		73	43	75,1

** Дані по Німеччині за 1995 рік.

Середній коефіцієнт використання встановленої потужності по країнах ЄС зріс з 37% у 1994 році до 43% в 1998-му. Середній тепловий ККД (КВП) комбінованого виробництва становив у 1994-1998 рр. 73-75%.

Орієнтовні оцінки обсягів первинної енергії, заощадженої внаслідок впровадження комбінованого виробництва замість роздільного, виходячи з того, що середній ККД конденсаційних ТЕС порівняння становить 36%, а середній ККД котельних – 85%, наведено в табл. 7 з поділом за типами установок комбінованого виробництва.

Таблиця 7. Орієнтовні обсяги річної економії первинних палив в ЄС за рахунок комбінованого виробництва теплової та електричної енергії, ТДж [4]

Тип установки	1994**	1996	1997	1998
Парогазовий цикл	139349	240175	309744	385842
Парова турбіна з протитиском	329604	321296	326528	278328
Конденсаційна парова турбіна з теплофікаційним відбором пари	83645	258982	247361	236937
Газова турбіна з утилізацією теплоти	79041	31287	128305	149877
Двигун внутрішнього згоряння	36684	71375	103506	124823
Інші види	1068	4015	2585	138
Усього по ЄС	669391	987130	1118029	1175946

** Дані по Німеччині за 1995 рік.

Хоча наведені дані є суто орієнтовними, важлива наявність тенденції до збільшення обсягів

заощадженої енергії: зростання в період з 1994-го до 1998 року становило 507 ПДж, або 75,7%. Абсолютний обсяг заощадженої первинної енергії 1998 року оцінюється у 1176 ПДж, або 28 млн т н.е. (40 млн т у.п.), що відповідає 2% потреби Європейського Союзу в первинній енергії.

Слід зазначити, що основна цільова установка ЄС щодо подальшого розвитку теплової енергетики, а саме – скорочення викидів CO₂, за рахунок підвищення частки виробництва електроенергії на природному газі та підвищення ККД ТЕС, поряд із розвитком комбінованого виробництва, залишає певну свободу дій і для технологічного розвитку технологій роздільного виробництва. Тому при визначенні шляхів перспективного розвитку теплової енергетики більш інформативним може бути порівняння технологій комбінованого виробництва не з середніми, а з кращими показниками відповідних технологій роздільного виробництва.

Якщо за роздільне виробництво порівняння взяти парогазову КЕС із пересічним ККД 54%, локальну автоматизовану газову котельню з пересічним ККД 95% та зважити на втрати тепла на його транспортування від ТЕЦ (10%), то легко визначити, що за теплового ККД ТЕЦ 75% означена система роздільного виробництва матиме більшу паливну економічність, ніж ТЕЦ із теплофікаційним коефіцієнтом, нижчим за 0,8.

Наведений приклад показує, що технології комбінованого виробництва, як і технології роздільного виробництва, повинні постійно оновлюватися і мати достатньо високий рівень не лише теплового, а й електричного ККД.

Вимога щодо належного ККД теплоелектричного перетворення є особливо актуальною для ТЕЦ комунального сектора. Влітку такі ТЕЦ мають або простоювати, або конкурувати з установками роздільного виробництва за видачу потужності не лише в базовій, а й в напівпіковій частині графіка електричного навантаження енергосистеми, що можливе тільки за належного рівня електричного ККД.

Оскільки показники економії палива багато в чому визначають економічні показники роботи ТЕЦ, залучення установок комбінованого виробництва до роботи в умовах конкуренції є досить складним.

З огляду на означене, не викликає подиву, що процес лібералізації ринків природного газу та електричної енергії, започаткований Директивою 96.92 Європарламенту та Ради Європи від 5 червня 1996 року, котра визначила принципові засади та механізми завершення формування конку-

Таблиця 8. Основні показники електричного балансу Данії у 1996-2001 рр. [5]

Показники	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Виробництво електроенергії, млн кВт·г	53561	44309	41100	38897	36035	37711
ГЕС	19	19	27	31	29	29
ВЕС	1227	1934	2820	3029	4242	4299
ТЕС, у т.ч.	52315	42356	38253	35837	31764	33383
Вугілля	39650	28713	23652	20081	16670	17825
Нафтопродукти	5780	5423	4965	4879	4435	4168
Природний газ	5709	6855	8167	9078	8805	9272
Біомаса	1155	1326	1455	1799	1755	2118
Промислові ВЕР	21	39	14		99	
Відпуск електроенергії	50651	41883	39215	37023	34443	36143
Імпорт	3781	3796	3280	4963	8417	8199
Експорт	19182	11048	7600	7275	7752	8774
Власні потреби енергетичних галузей	3296	3024	2456	2438	2149	2135
Втрати в мережах	2688	2153	2224	1916	2090	1987
Споживання нетто	32177	31880	32101	32229	32461	33014
Промисловість	9680	9964	9963	9931	10001	10257
Транспорт	252	272	325	341	348	349
Комунально-побутовий сектор	22245	21644	21813	21957	22112	22408
В тому числі населення	10889	10309	10176	10283	10242	10225
Встановлені потужності, ГВт	11160	11813	12545	12727	12661	12767
ГЕС	10	10	11	11	10	10
ВЕС	842	1130	1443	1771	2418	2556
ТЕС, у т.ч.	10308	10673	11091	10945	10233	10201
ПТУ	8656	8824	9061	8892	8154	7621
ГТУ	435	450	549	549	549	555
ПГУ	453	494	523	533	518	989
ДВЗ	765	906	958	970	1012	1036
КВВП	0,551652	0,431134	0,376575	0,351294	0,327143	0,339516
ГЕС	0,218391	0,218391	0,282132	0,323929	0,333333	0,333333
ВЕС	0,167499	0,196725	0,224628	0,19659	0,201649	0,193325
ТЕС	0,583355	0,456152	0,396438	0,376354	0,35679	0,376152
Споживання палива ТЕС, тис. т н.е.	12145	10040	9229	8571	7824	8201
Вугілля	8540	6260	5282	4386	3667	3941
нафтопродукти	1714	1662	1471	1440	1344	1286
Природний газ	1400	1600	1913	2088	2112	2189
НВДЕ	492	518	563	658	701	785
Виробництво теплоенергії ТЕС, т н. е.	3119	2986	3054	2959	2856	3091
КВВП, %	57,9	45,3	39,4	37,4	35,4	37,4
КВП, %	56,9	59,6	62,1	63,9	64,5	65,8

рентного ринку електричної енергії ЄС, неодноразово вплинув на розвиток комбінованого виробництва в Європі у 1999-2004 рр.

Директива сприяє розвитку когенерації, залишаючи право країнам – учасникам конкурентного ринку вимагати від його регіональних операторів (диспетчерів) забезпечення пріоритетного завантаження електростанцій комбінованого виробництва електричної та теплової енергії, особливо тих, що працюють на місцевих і біопаливах, а також їх безперешкодного доступу до електромереж для видачі надлишкової потужності.

Впровадження конкуренції, певна річ, сприяє розвитку високоефективних парогазових установок комбінованого виробництва великої потужності, особливо тих, що здатні підтримувати теплові навантаження, працюючи за електричним графіком, отже, брати рівноправну участь у конкуренції на енергоринку.

Що стосується інших установок, робота яких за електричним графіком є неможливою (турбіни з протитиском) або неекономічною (ГТУ, ДВЗ, установки малої потужності), то їх участь у рівноправній конкуренції є можливою за умови існування належної сфери надання регулюючих послуг, що передбачається у структурі енергоринку ЄС, а також надання тих чи інших преференцій.

З іншого боку, розвиток міжнаціонального електрообміну за прямими договорами між виробниками та споживачами електричної енергії на конкурентних засадах призвів у 1999-2000 рр. до значних змін цін на електричну енергію на тлі одночасного зростання цін на природний газ. У країнах з відносно високим стартовим рівнем внутрішніх цін на електричну енергію різке їх падіння негативно позначилося на економічному становищі відносно малоекономічних когенераційних установок малої потужності на природному газі, що працювали за фіксованими закупівельними цінами. Зокрема, в Англії, Німеччині та інших країнах із відповідним механізмом закупівлі це призвело до банкрутства значної частки міні-ТЕЦ у секторі кінцевого попиту (до 30%).

Директивою 96.92 країни-учасниці зобов'язувалися до 19 лютого 1999 року прийняти закони,

підзаконні акти та адміністративні рішення необхідні для її впровадження у життя. У зв'язку з цим, більшість країн ЄС переглянула свої законодавчі акти, де визначалися преференції щодо спорудження та експлуатації установок комбінованого виробництва зазвичай в напрямі зниження рівня пріоритетності підтримки установок малої потужності.

Разом із тим, зниження цін на електричну енергію стимулювало збільшення попиту на неї. Це викликало збільшення обсягів виробництва із відносним збільшенням частки ТЕС на твердому паливі зі зростанням викидів CO₂ [3]. Загроза невиконання зобов'язань ЄС згідно з Кіотським протоколом підвищує актуальність створення додаткових стимулів щодо розвитку енергоефективних когенераційних технологій, які останнім часом було прийнято в деяких країнах Європи, зокрема в Німеччині.

Оскільки комплексний аналіз впливів зовнішніх чинників на розвиток когенерації в період лібералізації ще чекає на проведення, можливі лише загальні оцінки на підставі аналізу досяжних даних по електричних балансах окремих країн ЄС.

В табл. 8 наведено основні показники розвитку електроенергетики Данії, яка має найбільш розвинений рівень комбінованого виробництва порівняно з іншими країнами Євросоюзу, в період 1996-2001 рр.

Наведені дані показують, що зміни зовнішніх умов, пов'язаних із лібералізацією енергоринків Європи, позначилися на падінні виробництва тепла електричними станціями у 1999-2000 рр., зниженні КВВП ТЕС і темпів введення нових потужностей ПГУ, ГТУ і ДВЗ. Водночас незмінною залишилася тенденція до зменшення виробітку електроенергії паротурбінними установками та збільшення коефіцієнта використання палива на ТЕС. У 2001 році з'явилися ознаки поліпшення ситуації в тепловій енергетиці, спричинені активізацією попиту на електричну і теплову енергію. Основні зміни структури генеруючих потужностей пов'язані, як і в цілому в ЄС, із суттєвим зростанням частки парогазових ТЕС. Така тенденція зумовлюється, зокрема, необхідністю резервування змінної потужності вітрових електростанцій, що набувають в Євросоюзі значного розвитку.

1. Хрилев Л.С. Теплофикационные системы. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 272 с.

2. Паливно-енергетичний комплекс України на порозі третього тисячоліття. – К.: Українські енциклопедичні знання, 2001. – 400 с.

3. Energy. Let us overcome our dependence. – Luxembourg: Office for Official Statistical Publication of the European Communities. – 2002.

4. Combined Heat and Power Production in Europe. Summary of Statistics. Data 1994-1998. Luxembourg: Office for Official Statistical Publication of the European Communities. – 2001.

5. Energy. Yearly statistics. Data 2001. Office for Official Statistical Publication of the European Communities. – 2003.