

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЙ КОМБІНОВАНОГО ВИРОБНИЦТВА ТЕПЛОВОЇ ТА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Стаття присвячена актуальному питанню енергозбереження за рахунок розвитку технологій комбінованого виробництва теплової та електричної енергії. Особлива увага приділяється комплексному застосуванню альтернативних джерел енергії (а саме – вітрової та сонячної) для задоволення потреб в електро- та тепlopостачанні будівель.

The article is devoted to the actual problem of energy saving in the way of developing technologies of combine production of heat and electricity. Special attention is paid to the complex using of renewable energy sources (wind and sun energy) in the needs of electrical and heat supplying of buildings.

Проблема, якій присвячена стаття. У третьому тисячолітті безумовним є комплексне, одночасне спільне вирішення проблем економіки, енергетики, енергозбереження, екології, тобто забезпечення „кoeволюції людини та біосфери”. При цьому сам процес кoeволюції сьогодні вже розглядається як існування умов, необхідних для збереження людства у рамках створеної ноосфери [1]. Умовою переходу до моделі сталого розвитку є суттєва перебудова української економіки на засадах обов’язкової інтеграції енергозберігаючої та екологічної політики в стратегію сучасних економічних реформ.

Прагнення України увійти в Європейське Співтовариство безперечно пов’язане з якнайшвидшим покращенням наших економічних показників, підвищенням добробуту громадян. Це неможливо зробити без поліпшення стану в ресурсо- та енергозбереженні, підвищення енергоефективності та екобезпечності всіх секторів української економіки.

У своєму радіозверненні від 11 лютого 2006 року „Програма підвищення енергоефективності” Президент України Віктор Ющенко зазначив: „Складна дискусія останніх місяців відносно

газової проблеми засвідчила, наскільки енергозалежною залишається Україна. Холодна зима показала, наскільки важливою є диверсифікація енергоринку, наскільки актуальним є пошук альтернативних джерел енергії. Тому завданням влади є розробка і впровадження комплексної програми розвитку паливного ринку і програми енергозбереження за рахунок впровадження сучасних технологій та використання альтернативних джерел енергії” [1].

Традиційні енерговиробляючі підприємства, споживаючи велику кількість невідновлюваних ресурсів (палива), не надто ефективно виробляють один тип енергії (електричну, теплову, стиснуте повітря та ін.). Економічні (зменшення витрат палива) та екологічні (зменшення забруднення навколишнього середовища) вимоги примушують принципово переглянути технології енерговиробництва, які застосовуються. Глибокий аналіз існуючих технологій та розробка принципово нових показали, що можливе не лише виконання поставлених вимог, але й додаткове створення корисних продуктів без збільшення витрат палива [2]. В даній статті розглядається питання енергозбереження за рахунок комбінованого

виробництва теплової та електричної енергії.

Аналіз останніх досліджень і публікацій показує, що сьогодні в світі існують наукові розробки та практичний досвід в галузі комбінованого виробництва теплової та електричної енергії [2, 3, 4, 5]. Все більше науковців доходять висновку, що сьогодні слід розвивати альтернативну енергетику на локальному рівні, тобто впроваджувати автономні системи електро- та теплохолодопостачання малої потужності [5, 6]. Багато вчених обґрунтовують можливість збереження традиційних енергетичних ресурсів за рахунок впровадження технологій, в яких сумісно виробляється електрична та теплова енергія. В основному серед таких технологій розглядаються можливості когенерації при використанні газо- та паротурбінних установок [2, 3, 5], хоча існують дослідження в галузі використання альтернативних джерел енергії, зокрема, геотермальної, вітрової та сонячної енергії для комплексного виробництва електричної та теплової енергії [6, 7, 8, 9]. Але автори не зустрічали в літературі аналізу основних напрямків розвитку технологій комбінованого виробництва теплової та електричної енергії. Також не висвітлено питання комплексного застосування вітрової та сонячної енергії (як таких, що вдало взаємодоповнюють та взаємозамінюють одна одну) для виробництва теплової енергії й електроенергії з використанням традиційних енергоджерел як компенсуючих.

Основною метою даної роботи являється аналіз основних напрямків розвитку технологій комбінованого виробництва теплової та електричної енергії в світлі критичної ситуації, яка склалася в енергетичній сфері нашої держави. Особлива увага приділяється розгляду технології електро- та теплозабезпечення будівлі за допомогою вітроге-ліоустановки з використанням традиційних джерел енергії як компенсуючих.

Слід відзначити, що людство протягом своєї еволюції демонструє стійкий ріст енергоспоживання. Орієнтовні розрахунки ряду авторів для середнього споживання всіх видів енергії на одну людину за добу в різні періоди розвитку цивілізації виглядають так: кам'яний вік – 15 тис. кДж; феодальне суспільство – 45 тис. кДж; індустріальне суспільство – 300 тис. кДж; постіндустріальне суспільство – до 1 млн. кДж. При цьому слід враховувати ріст населення нашої планети та невідповідність рівнів енергоспоживання в високорозвинених країнах та країнах “третього світу” [4].

Згідно з дослідженням Світового банку з огляду на існування у сучасному глобалізованому світі сучасних викликів макроекономічному, соціальному та екологічному розвитку, енергетична безпека країн перехідного типу та країн, що розвиваються, має розглядатися виключно в концептуальній тріаді „економічне

зростання – енергетична безпека – екологічна та соціальна сталість”. За даними Міжнародного енергетичного агентства (МЕА), основними напрямками забезпечення енергетичної безпеки країни є:

- Диверсифікація компонентів ресурсної бази та джерел енергозабезпечення (в тому числі й за рахунок нарощування виробництва первинної енергії з первинних джерел та термоядерної енергії, розширення географії зовнішньоторгівельних зв'язків в енергетичній сфері).
- Впровадження якісно нових енергетичних технологій (екологічно чисті технології на основі викопного палива, технології на основі відновлюваної енергії, найсучасніші технології на основі водневих енергоносіїв тощо).
- Активізація інвестиційних процесів у сфері енергетики.
- Забезпечення прозорості національних енергетичних ринків (сприяння продуктивному діалогу учасників енергоринків та необхідному збалансуванню їх інтересів) [10].

Оскільки основну частину традиційних паливних ресурсів ми використовуємо для виробництва електроенергії і тепла, доцільно саме в цьому напрямку зосередити основні зусилля.

До основних напрямків розвитку технологій комбінованого виробництва теплової й електричної енергії в природно-антропогенних умовах України слід віднести:

1. Підвищення ефективності використання традиційних палив за рахунок впровадження когенераційних газопаротурбінних установок.
2. Комбіноване виробництво тепла та електроенергії при застосуванні альтернативних джерел енергії:
 - Геотермальну енергію
 - Вітрову енергію
 - Сонячну енергію
 - Вітросонячні установки

Розглянемо зазначені напрямки більш детально.

Суттєве зменшення витрат палива можна отримувати за рахунок когенерації (одночасного виробництва електроенергії й тепла), котра дозволяє не лише забезпечити споживачів необхідною кількістю тепла й електроенергії, але й за більш низькими цінами або при єдиній ціні в країні (регіоні) забезпечити енерговиробничій фірмі більш високі прибутки. Основою економічності спільного виробництва являється утилізація тепла вихідних газів газотурбінного двигуна [2].

Відомо, що роздільне виробництво теплової й електричної енергії вимагає значно більших витрат

палива, ніж сумісне. Так, на ТЕЦ, які використовують парові турбіни для виробництва теплової й електричної енергії, при спалюванні 1000 м³ природного газу отримують близько 2,2 МВт·год електричної енергії і близько 5,8 Гкал тепла. В той же час при роздільному виробництві тієї ж самої кількості теплоти в котельних, а електроенергії на електростанціях витрати природного газу складуть близько 1350 м³, тобто витрата газу, а відповідно, і собівартість зростають на третину [2].

Сьогодні розроблено технології спільного виробництва теплової й електричної енергії, котрі здатні не лише задовольнити як великих, так і дрібних споживачів, але й значно рентабельніші, ніж паротурбінні технології, які застосовуються сьогодні на ТЕЦ [5]. Звичайно технологія когенерації реалізується за допомогою газотурбінної установки (ГТУ) простого типу, в якій після газової турбіни встановлено котел-утилізатор. В ньому за рахунок залишкової теплоти відпрацьованих газів генерується пара або отримують гарячу воду, що використовуються для технологічних потреб виробництва або теплофікаційних потреб.

Друга технологія спільного виробництва електричної й теплової енергії, котра стає все більш розповсюдженою у всьому світі, – газопарова технологія, і реалізується вона бінарною газопаротурбінною установкою з паротурбінним теплоутилізаційним контуром, з якого основну частину виробленої пари подають на парову турбіну, пов'язану з електрогенератором, і при необхідності відбирають частину пари на теплофікаційні потреби. Більше половини електростанцій, які будуються сьогодні в світі, будуть працювати по бінарному циклу, оскільки

ККД установок бінарного циклу перевищив 55%, а одинична потужність установки може бути більше 500 МВт. Витрата палива майже вдвічі менша, ніж у паротурбінних блоків, які зараз експлуатуються [2].

Для відмови від парової турбіни була розроблена технологія STIG (Stream Injection Gas Turbine), коли пара з утилізаційного котла передається на вхід тієї ж газової турбіни, що підвищує потужність в півтора рази і ККД установки до 41-44%. Оскільки в турбіні використане одне робоче тіло (газопароповітряна суміш), цикл установки умовно названий монарним. Подача пари в камеру згорання дозволяє так організувати процес горіння, що емісія оксидів азоту й монооксиду вуглецю знижується до рівня світових норм. Основний недолік технології STIG – необхідне джерело великої кількості високоякісної котельної води, котра після одноразового використання втрачається безповоротно, оскільки викидається в атмосферу з вихлопними газами. У зв'язку з цим використання технології STIG обмежується небагато чисельними регіонами, які мають природні джерела чистої прісної води, наприклад, район Великих озер не півночі США [2].

В Україні професором Н.А. Диким створена монарна технологія „Водолій”, позбавлена цього недоліку. Розроблений ним контактний спосіб конденсації пари з газопарової суміші дозволив спроектувати й виготовити оригінальний контактний конденсатор, що здатен вловлювати усю водяну пару на вихлопі монарної газопарової установки. В результаті вся вода повертається в технологічний цикл. ККД установки складає 42-44%, що в півтора рази вище ККД паротурбінних блоків, які експлуатуються сьогодні в Україні [2].

Таблиця 1

Основні показники для різних типів електростанцій [5]

Показники	Тип електростанції			
	Вугільна ТЕС	АЕС	Газова з ПГУ	Вітрова
Потужність (МВт)	500	1000	350	100
Будівельні витрати (тис. дол/кВт)	1,9	2,6	0,7	1,4
Тривалість будівництва (роки)	4-5	5-6	2-3	1
Водокористування (л/кВт·год)	200	350	150	0
Землекористування (га/МВт)	0,9	0,5	0,04	2,0
ККД електростанції	0,33	0,31	0,53	0,6
Ресурс електростанції (років)	30	25	20	25
Витрати на первинну енергію (дол./тис. кВт·год)	1,9	2,0	1,5	1,5
Викид CO ₂ (г/ кВт·год)	830	0	380	0
Тверді відходи (ум.од.)	5	10	0	0
Вартість виведення електростанції з експлуатації (тис. дол/кВт)	0,5	2,6	0,2	0,1

В таблиці 1 наведена інформація щодо основних економічних, екологічних та технологічних показників для електростанцій різного типу.

Проаналізувавши дані, наведені в таблиці 1, можна зробити висновок про явні переваги застосування сучасних та альтернативних технологій перед традиційними.

В останні роки прогресує загальне виснаження природних енергоресурсів, що особливо відчутно в промислових високорозвинених районах; не вирішені проблеми, пов'язані зі спалюванням твердого палива, викликані шкідливим впливом цього процесу на екологічну обстановку; з'явилася тенденція до сповільнення темпів розвитку ядерної енергетики, пов'язана з подорожчанням атомних електростанцій, обмеженими запасами дешевого урану, питаннями високої надійності атомних енергоблоків. Все це передбачає розвиток та використання нових нетрадиційних джерел енергії.

В ядрі нашої планети максимальна температура досягає 4000°C. Середній потік геотермального тепла через земну поверхню складає приблизно 0,06 Вт/м² при температурному градієнті менш ніж 30°C/км. Однак є райони зі збільшеними градієнтами температури, де потоки складають приблизно 10-20 Вт/м², що дозволяє реалізувати геотермальні станції (ГеоТЕС) тепловою потужністю 100 МВт/км² та тривалістю терміну експлуатації до 20 років [7].

Якість геотермальної енергії звичайно невелика, і краще її використовувати для опалювання будівель та інших споруд чи для попереднього підігріву робочих тіл звичайних високотемпературних установок. Такі опалювальні системи вже діють в багатьох країнах світу. Якщо тепло з надр виходить при температурі приблизно 150°C, то є сенс говорити про перетворення його в електроенергію [7].

Масштаб використання геотермальної енергії визначають декілька факторів: капітальні витрати на спорудження свердловин, ціна яких зростає зі збільшенням їх глибини. Оскільки температура збільшується з глибиною, а видобуток енергії збільшується зі збільшенням температури, то оптимальна глибина свердловини – 5 км. Загальну кількість тепла можна збільшити за рахунок повторного закачування відпрацьованої та

частково охолодженої води. Це корисний спосіб позбутися скидних вод, які можуть бути сильно мінералізовані (до 15 кг/м³ солей) [7].

Для виробництва електроенергії на джерелах з гарячою водою використовують метод, що ґрунтується на використанні пари, яка утворюється при випаровуванні гарячої рідини на поверхні. Цей метод використовує те явище, що при наближенні гарячої води (під великим тиском) по свердловинах з басейну до поверхні тиск падає і приблизно 20% рідини закипає та перетворюється на пару. Ця пара відділяється за допомогою сепаратора від води та спрямовується до турбіни. Після турбіни залишкову теплоту доцільно використовувати для систем теплопостачання та гарячого водопостачання [7].

Іншим методом виробництва електричної та теплової енергії на базі високо- чи середньотемпературних геотермальних вод є використання процесу із застосуванням двоконтурного (бінарного) циклу. В цьому процесі вода, отримана з басейну, використовується для нагріву теплоносія другого контура (фреону чи ізобутану), котрий має меншу температуру кипіння. Пара, що утворюється в результаті кипіння цієї рідини, використовується для приводу турбіни. Відпрацьована пара конденсується, підігріваючи воду для системи опалення та гарячого водопостачання. Установки, що використовують фреон як теплоносій другого контура, зараз придатні для діапазону температур 75-150°C і при одиничній потужності 10-100 кВт [7].

Системи з перегрітою парою (системи сухої пари) виробляють перегріту пару (240°C) з великим тиском (до 3,5 МПа), невеликим вмістом газів та малим вмістом чи відсутністю води. Ця пара має мало твердих часток чи інших речовин, які перед використанням повинні бути видаленими. Цю пару одразу ж після видобування з надр можна направляти в звичайну парову турбіну для виробництва електроенергії. Відпрацьована в турбіні пара направляється до конденсатора, а отримана в результаті конденсації тепла енергія – для теплофікаційних потреб [7].

Досить перспективною для застосування сьогодні є енергія вітру, адже вітер є майже всюди і майже завжди, коли немає сонця. Електроенергію,

Таблиця 2

Порівняння електричних потужностей, впроваджених у всьому світі в 2002-2004 роках [9]

Показник	Електрогенератори						
	Традиційні		Сонячні		Вітрові		
	2002	2003	2002	2003	2002	2003	2004
Потужність ГВт	86,9	89	0,56	8,9	31,2	40,3	47,6
Відсотки	100	102,5	100	129	100	120	153

отриману при роботі вітроагрегату, можна використовувати для підігріву води і роботи кондиціонеру. Встановлена потужність вітроустановок у світі в 2005 р. досягла 50000 МВт [9]. В таблиці 2 наведено дані щодо темпів впровадження традиційних та альтернативних електрогенеруючих потужностей у світі.

З наведених даних можна зробити висновок, що сьогодні в світі альтернативна енергетика розвивається більш швидкими темпами, ніж традиційна.

Для комбінованого виробництва електричної та теплової енергії досить вдало можна використовувати вітрові установки. Електрична енергія, вироблена вітряком, який обертається під дією вітру, може використовуватися як безпосередньо для роботи електроприладів, так і для виробництва теплової енергії для опалення приміщення або гарячого водопостачання.

В світовій практиці накопичено позитивний досвід в галузі розробки, створення та практичного застосування сонячних водонагрівальних установок, які використовуються самостійно або комплексно в системах теплопостачання та гарячого водопостачання індивідуальних та колективних споживачів. Широке розповсюдження вони отримали в країнах зі сприятливими радіаційно-кліматичними умовами, однак сьогодні немає жодної країни, де б Сонце не розглядалося в якості енергетичного джерела на найближчу чи більш віддалену перспективу [11].

Сучасна сонячна електроенергетика розвивається по шляху створення сонячних термодинамічних та фотоелектричних електростанцій. Термодинамічні сонячні

електростанції звичайно включають поле геліостатів (дзеркал) з системою слідкування за положенням Сонця і центральний приймач радіації, що являє собою набір економайзерних та випаровувально-пароперегрівальних каналів і систему акумулювання теплоти. Вода (робоче тіло) надходить в канали приймача, випаровується і перегрівається, потім пара направляється до парової турбіни, яка виробляє електроенергію.

Очевидно, що енергію такого потенціалу доцільно передусім використовувати для високопотенційних процесів і лише потім для виробництва електроенергії і для низькопотенційних теплових процесів. Таким чином може бути підвищена ефективність сонячних електростанцій та виправдані витрати на їх створення.

За температурним потенціалом до потенціалу енергії, отриманої за допомогою геліостатів, термохімічні процеси отримання синтетичних палив (синтез-газу, метанолу) при каталітичній паровій та вуглекислотній конверсії природного газу або газифікації вугілля, отримання водню як вторинного енергоносія на основі термохімічного розкладу води та ін.

Перетворюючи сонячну енергію в хімічно пов'язану енергію енергоносіїв або хімічних сполук можна запасати її практично на будь-який час, транспортувати енергоносії на будь-які відстані і при необхідності вироблення електроенергії отримувати теплоту необхідного потенціалу для паросилових установок. Електростанції такого типу включають блок термохімічного перетворення енергії й називаються термохімічними сонячними

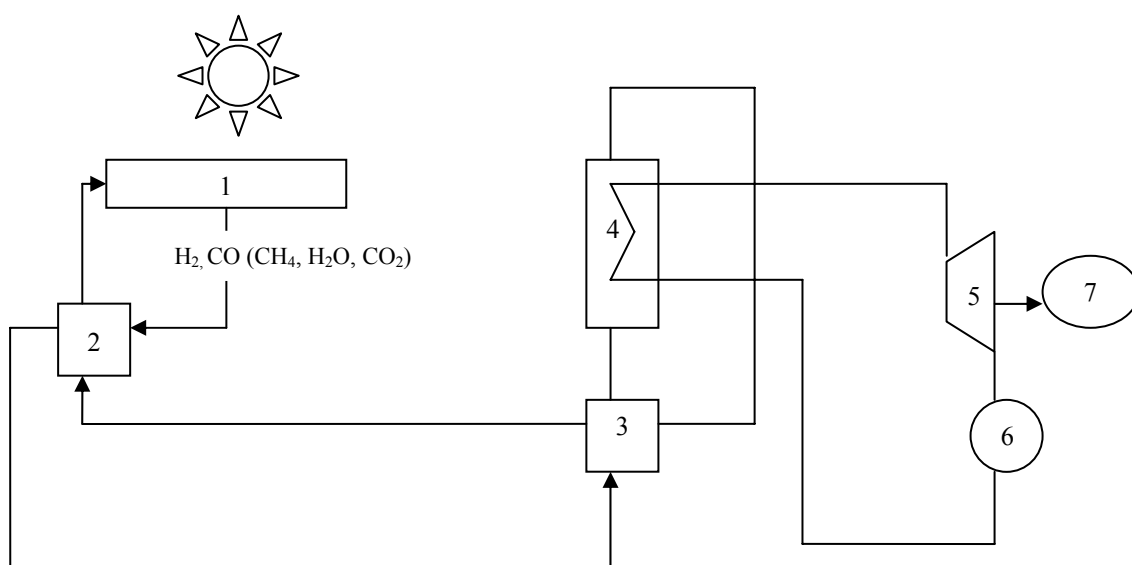


Рис. 1. Принципова схема термохімічної сонячної електростанції:

1 – геліоконвертор; 2, 3 – теплообмінники; 4 – метанатор-парогенератор; 5 – парова турбіна;
6 – теплоспоживач; 7 – електрогенератор [6]

електростанціями [6].

Теплові схеми сонячних електростанцій з термохімічним перетворенням енергії відрізняються тим, що в зоні фокусування сонячної енергії розміщується хімічний реактор, куди подається реагуюча суміш. На рис. 1 наведено принципову схему термохімічної сонячної електростанції, що виробляє електроенергію та теплоту, яка передається споживачам транспортом реагуючого газу.

За цією схемою охолоджений конвертований газ транспортується в район енергоспоживання, де в метанаторі відбувається реакція метанування. Теплота, яка при цьому виділяється, використовується для вироблення електроенергії та тепlopостачання.

Оскільки в умовах Миколаївської області найбільш доступними являються вітрові та сонячні енергоресурси, застосування вітрогеліосистем є доцільним для електрозабезпечення та тепlopостачання будівель [12]. При цьому заощаджуються традиційні палива та зменшується величина шкоди, нанесеної навколишньому середовищу при видобуванні традиційних енергетичних ресурсів, їх транспортуванні, обробці та спалюванні для виробництва енергії. Тобто таким чином можна підвищити рівень екологічної безпеки досліджуваного регіону. Але вітрогеліосистема сама по собі не завжди здатна забезпечити всі потреби будівлі в теплі та енергії, тому необхідним вважається використання традиційних енергоджерел як компенсуючих. Серед традиційних джерел енергії варто обрати газ, оскільки він являється найбільш доступним видом палива і при його спалюванні в повітря потрапляє менше токсичних речовин; а також – електроенергію з загальної електромережі, оскільки вона є досить доступною з технічної точки зору та може бути підключена до того ж самого електричного водонагрівача, що й вітроустановка.

Основним елементом геліоустановки, де сонячна енергія перетворюється в теплову, являється сонячний колектор, котрий розміщений в теплоізолюваному корпусі з металу, пластмаси, дерева, бетону або інших матеріалів, має одно- або багат шарове світлопроникне покриття зі скла або синтетичної плівки. Сонячні промені, проходячи крізь скло і потрапляючи на забарвлену чорним поверхню колектора, нагрівають її. Це тепло передається воді, що протікає всередині колектора. Вітрова установка складається з вітряка малої потужності, електрогенератора та електричного водонагрівача.

На основі проведених досліджень було розроблено блок-схему (Рис. 2) системи електропостачання, обігріву, гарячого водопостачання та охолодження будівлі за допомогою альтернативних джерел енергії (сонячна та вітрова енергія) та компенсування

нестачі енергії з традиційних джерел (електроенергія, газ).

Як видно з рис.2, система електро- та теплoзабезпечення будівлі складається з таких елементів: вітроустановка, геліоустановка, газовий котел, загальна електромережа, електричний водонагрівач, тепловий акумулятор, об'єкт теплoхлoдoпoстачання, в якому розміщені система опалення, система гарячого водопостачання та система охолодження приміщення; автоматичний блок управління, ряд розподільчих пристроїв та система зв'язків між елементами.

На кожному з елементів системи встановлені датчики, які надсилають інформацію про стан елемента до блоку управління. В сонячну погоду в геліоустановці нагрівається вода і надходить до акумулятора. У вітряну погоду вироблена вітроустановкою електроенергія надходить до електричного водонагрівача, який нагріває воду в тепловому акумуляторі, та використовується для потреб електроспоживання. При нестачі сонячної та вітрової енергії використовується теплова енергія, накопичена в акумуляторі, або підключається одне з традиційних джерел енергії. Отримуючи сигнали про стан конкретних елементів системи, блок управління надсилає команди на розподільчі пристрої РП1, РП2, РП3, РП4, РП5, РП6, РП7 про увімкнення чи вимкнення відповідних елементів. При пониженні температури приміщення надходять сигнали про подачу гарячої води до системи опалення та про підігрів води в акумуляторі за допомогою наявного альтернативного джерела енергії або традиційного компенсуючого. При занадто високій температурі приміщення надходить сигнал про увімкнення кондиціонера, який працює за рахунок низькопотенційного тепла, накопиченого в акумуляторі, або за рахунок електроенергії, виробленої вітроустановкою чи з загальної електромережі.

Така енергоефективна система комбінованого виробництва теплової та електричної енергії в природно-кліматичних умовах нашої області здатна покрити більшу частину потреб в теплoхлoдoпoстачанні будівлі та виробити певну кількість електроенергії, що дозволяє заощадити традиційні природні ресурси, а відповідно, і гроші. Склад елементів в системі та взаємозв'язки між ними можуть варіюватися в залежності від конкретних природно-кліматичних, екологічних та економічних умов для кожної конкретної ситуації.

Висновки. Підвищення ефективності використання енергоресурсів та енергозбереження є одним із визначальних факторів енергетичної стратегії України. Енергетична незалежність – це одна з важливих складових частин незалежності країни в цілому, тому зараз як ніколи актуальне питання про підвищення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів і

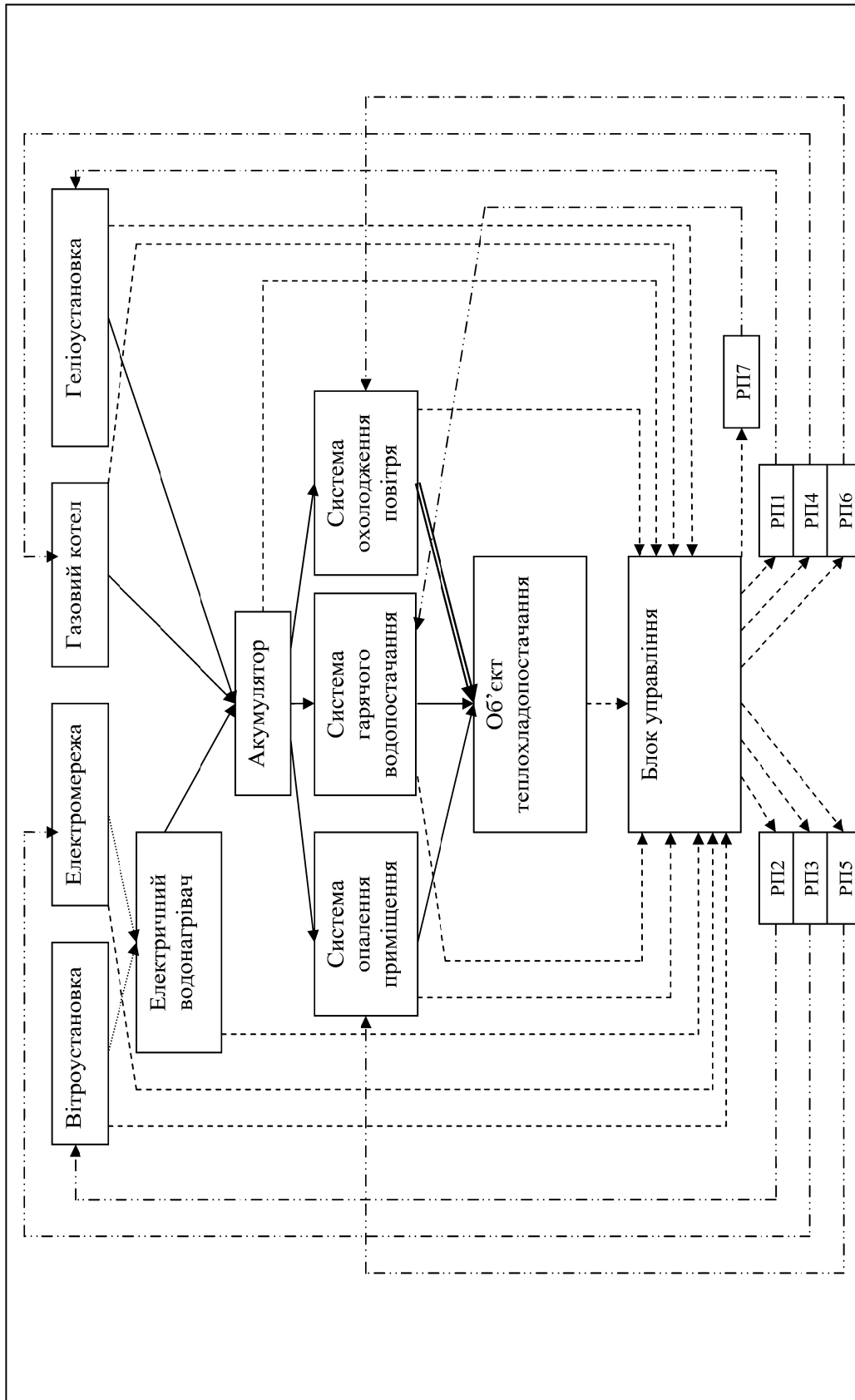


Рис.2. Принципова блок-схема системи електрозабезпечення та теплозабезпечення будівлі за допомогою вітрогеліоустановки з використанням традиційних джерел енергії як компенсуючих:

- гаряча вода
- електроенергія
- охоложене повітря
- сигнал до блоку управління або команда блоку управління
- команда від розподільчого пристрою

створення необхідних умов для переведення економіки на шлях енерго-збереження. Нині в розвинутих країнах енергозбереження є пріоритетним напрямком економіки, тому і в нашій

країні енергозбереження має стати основою енергонезалежності. Інноваційні наукові розробки у сфері енергозбереження та розвитку альтернативних видів енергії необхідно

Література

1. Програма підвищення енергоефективності (Радіозвернення Президента України Віктора Ющенка від 11 лютого 2006 року) // VI Міжнародний енергоекологічний конгрес „Енергетика. Екологія. Людина” (15-18 березня 2006 року). Каталог. – Київ: Текст, 2006. – С. 5-6.
2. Бондін Ю.Н. Газопарова технологія «Водолей» для муніципальної і децентралізованої енергетики в засушливих районах // Праці інституту електродинаміки Національної академії наук України. – Київ: Інститут електродинаміки НАН України, 2005. – С. 48-51.
3. Любчик Г.Н., Микулин Г.А., Варламов Г.Б., Говдяк Р.М., Чабанович Л.Б., Шелковский Б.И. Системы утилизации энергии на выхлопе газотурбинных установок с дожиганием топлива // Праці інституту електродинаміки Національної академії наук України. – Київ: Інститут електродинаміки НАН України, 2005. – С. 44-47.
4. Энергосбережение – важнейший фактор экологической и экономической безопасности Украин. // МТТ. – 2005. – №2. – С. 54-60.
5. Бондін Ю.М. Еколого-економічне обґрунтування пріоритетного місця ПГУ в розбудові електроенергетики // Праці інституту електродинаміки Національної академії наук України. – Київ: Інститут електродинаміки НАН України, 2005. – С. 52-55.
6. Дубковский В.А., Денисова А.Е. Целесообразность использования тепловых солнечных электростанций // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2006. – № 1. – С. 3-8.
7. Клименко Л.П. Техноэкология. – Николаїв: Видавництво МФ НаУКМА, 2000. – 300 с.
8. Овис Л.Г. Современное состояние отечественной энергетики и возможность использования возобновляемой энергии для независимого потребления // Деловой экологический журнал. – 2004. – № 1 (4). – С. 13-16.
9. На семи ветрах // Деловой союз. – 2005. – № 7. – С. 28-31.
10. Енергетична безпека України та Європи // Енергоінформ. – 2000. – № 6. – 8-14 лютого. – С. 2
11. Селихов Ю.А., Коцаренко В.А. Оценка эффективности теплоэнергетического преобразования солнечных коллекторов // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2006. – № 1. – С. 8-12
12. Клименко Л.П., Воскобойникова Н.О. Перспективы застосування вітрогеліосистем теплохолодопостачання малої потужності // Наукові праці: Науково-методичний журнал. Т. 41 Вип. 28. Техногенна безпека. – Николаїв: Вид-во МДГУ ім. П. Могилы, 2005. – С. 65-68.
13. Доповідь голови Національного агентства України з питань забезпечення ефективного використання енергетичних ресурсів Є. Сухіна на засіданні Кабінету Міністрів України 22 лютого 2006 року // VI Міжнародний енергоекологічний конгрес „Енергетика. Екологія. Людина” (15-18 березня 2006 року). Каталог. – Київ: Текст, 2006. – С. 7-10.