

ЛЕКЦІЯ 1

ОСНОВНІ ВІДОМОСТІ ПРО ЕНЕРГІЮ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

Мета лекції – усвідомити процес зростання попиту людства на електроенергію, її особливості та надзвичайні властивості, а також оцінити показники ефективності її використання на рівні держави.

1.1. Енергія та природа

Сутність поняття "енергія" слід розуміти як загальну кількісну міру різних форм руху матерії. При цьому кожному фізичному процесу відповідає певний вид енергії: механічна, теплова, електромагнітна, гравітаційна, ядерна та ін.

З поняттям "енергія" слід пов'язувати, перш за все, дію, процес, що підпорядковуються законам термодинаміки. Тому за рахунок енергозбереження здійснюється економія певної кількості енергії, яка мала бути витраченою, якби енергозбереження не виконувалося. По суті, ми економимо (зберігаємо) органічне, ядерне або інше паливо для виробництва енергії. Тому є сенс умовно виділити два її види: вироблену та не вироблену (абстрактну), а економію енергії розглядати як економію палива.

Проблема енергозбереження виникла у зв'язку з тим, що споживання енергії збільшується, обсяги основних ПЕР природного походження (не поновлюваних) зменшуються, виробництво та споживання енергії здійснюється неефективно, а негативний вплив на природне середовище посилюється. Нових та готових до практичного застосування джерел енергії нині не існує. Тому проблема енергозбереження взаємопов'язана з проблемами енергетики, технічного переозброєння та із структурою перебудови всієї економіки країни.

Для виконання будь-якої роботи необхідно витратити енергію як її еквівалент. Тому в ідеальному випадку під енергозберігаючими слід розуміти такі процеси, на виконання яких витрачається стільки енергії, скільки достатньо для виконання конкретної роботи за заданих умов. Проте і тут природа надає повчальні уроки щодо ефективного використання енергії в процесі виконання будь-якої роботи. Наприклад, з борту океанського лайнера можна спостерігати, як у морських акваторіях паралельно руху судна з такою ж швидкістю рухається косатка (представник підродино дельфінів довжиною до 10 м і вагою до 8 т). Порівнюючи витрати енергії на здійснення роботи ссавцем (косаткою), що рухається в природному середовищі, та штучним об'єктом (кораблем), приходимо до приголомшливих висновків. Виявляється, косатка у порівнянні з кораблем витрачає енергії в сотні разів менше. Що це? Прогрес у розвитку рушійників у ссавців? І чи можна досягти такої ж ефективності при використанні енергії в техніці?

Автори роботи [1], намагаючись відповісти на це питання, відзначають складність біосфери, що постійно зростає в процесі еволюції, та неминучість

появи не тільки більш складних органів руху в живих істотах, але й їх енергетичне вдосконалення.

Природознавство XIX ст. по праву пишалось двома найбільшими досягненнями: розробкою матеріалістичної концепції еволюції в науках про живу природу і розробкою концепції енергії в розвитку фізики. Поза сумнівом, що пошук внутрішнього зв'язку між ними був предметом багатьох досліджень. Проте спроби знайти прості формальні зв'язки і виявити на їх основі енергетичні принципи розвитку живого організму виявилися майже безрезультатними. Більш того, безпосереднє застосування термодинамічних законів до аналізу явищ життя призводить до прямої суперечності: еволюція живих систем відбувається у напрямку, протилежному тому, що відображує другий початок термодинаміки [2]. У цьому зв'язку для енергетичних систем, як це відзначено в ДСТУ ISO 13600-2001, енергія – це величина, яка задовольняє закони термодинаміки. Тому до теперішнього моменту фізика та біологія не дають єдиної картини розвитку, переходу від складних фізичних структур до простих (але насправді ще складніших) біологічних. Ситуація настільки складна, що замість очікуваного синтезу наук має місце їх пряме розмежування.

Фізика в даному разі "відгородилася" принципом додатковості, згідно з яким деякі поняття несумісні та повинні сприйматися як ті, що доповнюють один одного (автор – видатний фізик Н. Бор). "Ідея додатковості", як пише відомий фізик-теоретик А.Б. Мігдал [3], дозволяє зрозуміти та примирити такі протилежності, як фізична закономірність і цілеспрямований розвиток живих об'єктів. "Додатковість, а з нею і незвідність фізико-хімічної причинності та біологічної цілеспрямованості" – підтверджує Н. Бор [2].

Згідно із загальноприйнятою методологією всі сучасні концепції розвитку життя можна віднести до трьох основних типів: субстратні, енергетичні та інформаційні. Розробка загальної теорії біологічного розвитку має природним чином спиратися на всі три концепції, органічно зв'язуючи їх та взаємодоповнюючи і збагачуючи. Для плідного, рівноправного синтезу час тільки настає, і поки найменше готовий до нього та слабше за всі розроблений енергетичний підхід [2].

Тому весь достатньо тривалий процес освоєння енергії людиною можна поділити на п'ять етапів [4]:

- перший – використання мускульної енергії. Він йде в глибину тисячоліть і триває до V – VII ст. н.е. Одне з найдивовижніших досягнень цього періоду – оволодіння вогнем: спочатку підтримка багаття, а потім вилучення вогню та заготовлення першого енергетичного ресурсу – дров;

- другий (VII – XVII ст.) – відноситься до використання рушійної енергії води і вітру, він пов'язаний з виготовленням спеціальних, порою дуже непростих механізмів, що вимагають колективної праці і творчості. Технічна основа розробок цього часу – колесо;

- третій (з XVIII до початку XX ст.) – відповідає все більш широкому застосуванню "рушійної сили – вогню", джерелом якого є хімічна енергія палива: кам'яного вугілля, нафти, газу, горючих сланців, накопичених в біосфері минулих геологічних епох;

- четвертий (з ХХ ст.) – недарма називають "золотим віком електрики". Завдяки її відкриттю, а головним чином створенню численних двигунів і приладів, для людства виявилось можливим освоїти і забезпечити електроенергією практично всі сфери нашої планети, більш менш придатні в кліматичному відношенні для життя;

- п'ятий – розвиток енергетики, в основі якої лежить використання енергії розпаду атома і синтезу ядра, практично стане визначальним тільки в ХХІ ст. або, за більш обережними оцінками, в наступному тисячолітті.

Третій і четвертий етапи до теперішнього періоду і, мабуть, у найближчі два–три століття характеризувалися і характеризуватимуться тим, що видобуток корисних копалин відбувається набагато більш високими темпами, ніж середні швидкості їх утворення. Тому така висока загроза швидкого виснаження викопних ресурсів, а з нею і кінця можливостей нашого "паразитування" на недосконалої та катастрофах минулої біосфери [2].

У ХХ ст. електрика вступила в права основного енергопостачальника, перетворювача та переносника. Існує розповідь про те, що коли Майкла Фарадея, який відкрив явище електромагнітної індукції, запитали: "А навіщо це треба?", він відповів: "Не знаю, але коли-небудь ви це оподаткуєте". Малося на увазі, що це явище широко застосовуватиметься на практиці. Але навряд щоб і сам великий експериментатор, та й всі дослідники, вивчаючи природу електричних і магнітних явищ, могли передбачити, як широко ввійде електрика в нашу економіку, в побут кожного із нас. Застосування електрики занадто сильно підвищило енергозабезпеченість людства, у тому числі й питому. Електрична енергія має великі переваги перед іншими видами: вона швидко і з малими втратами передається на значні відстані; може легко перетворюватися в інші види енергії: ККД електроперетворювачів може бути дуже високим, аж до 100 %. Джерело її – як енергія спадної води, так і енергія органічного палива. Відзначимо, що близько 80 % одержуваної в світі енергії, велика частина якої перетворюється на електричну на потужних ТЕС і АЕС, виробляється за допомогою парових турбін.

Схема перетворення енергії органічного палива (вугілля, нафти, газу, мазуту) в електричну багатоступенева. Наприклад, тепло від палива, що згоряє, нагріває воду в котлі, яка перетворюється в пару високого тиску і надає руху паровій турбіні, а остання – ротору електричного генератора, що знаходиться в сильному магнітному полі, теж створюваному струмом. І лише після цього електроенергія перетворюється та передається споживачам.

Слід відзначити, що і на п'ятому етапі розвитку енергетики основним енергоносієм залишається пара. Дійсно, сучасна атомна і, можливо, майбутня термоядерна електростанція – це типові теплові станції. У них топка парового котла замінюється на атомний або термоядерний реактор, а "робоче тіло" – пара – залишається. Це значить, що ККД таких станцій, як і раніше, не буде високим.

Чому питання про майбутній розвиток енергетики нині залишається одним з найголовніших? Для цього є вагомі причини.

По-перше, наш час можна вважати переломним через виснаження джерел палива, накопиченого в минулій біосфері. Незабаром ми вже не зможемо пара-

зитувати на недосконалості круговороту минулої біосфери і повинні будемо по-турбуватися про більш надійні (поновлювані або ті, що мають великі запаси) джерела. По-друге, слід подумати про гармонійне "вписування" людства в глобальний круговорот, поки він не порушений. У цьому напрямку ми і розглянемо деякі можливі варіанти вдосконалення світової енергетики.

Усі вони сходяться до того, що потреба в енергії спостерігатиметься у будь-якому разі, незважаючи на заклики до обмеження її споживання. І характер зростання цієї потреби, принаймні, в найближчому майбутньому залишається експоненціальним. Окрім цього, незважаючи на зростання чисельності населення (рис. 1.1), питома споживання енергії все ж таки зростатиме випереджаючими темпами [5]. Людина з потужністю основного обміну близько 100 Вт розсіює додатково ще в 50 – 100 разів більше енергії в результаті розвитку технічного прогресу, і цей показник явно зростатиме (рис. 1.2).

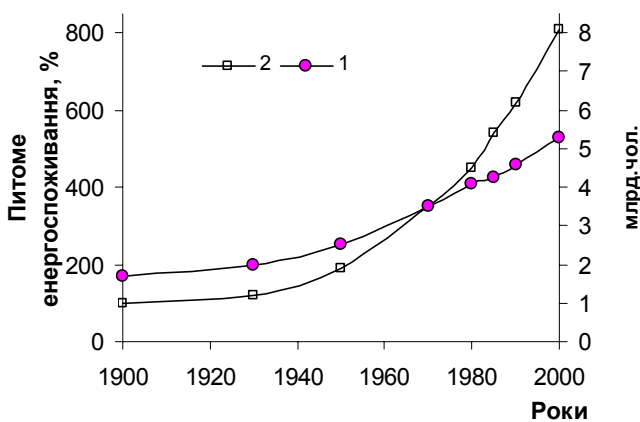


Рис. 1.1. Графіки зростання чисельності населення (1) та питомих енерговитрат (2)

Одержувані з неї бензин, гас, дизельне пальне використовуються в енергетиці як основне паливо. І хоча розвідані запаси її зростають, немає сумніву, що в найближчі 100 років вони будуть майже вичерпаними. За оцінками експертів, швидкість видобування нафти із земних глибин у мільйон разів перевищує можливо максимальні швидкості її накопичення у минулому. Все важче видобувати нафту, все складніше до неї дістатися, та й частка економічно доцільного її вилучення з родовищ не перевищує 30 – 60 % від розвіданих запасів.

На початку ХХ ст. вугілля було лідером за використанням в енергетиці світу, а його запаси приблизно у 10 – 20

Історично складається так, що кінець ХХ – початок ХХІ ст. в енергетиці характеризується, головним чином, використанням органічного палива, накопиченого в минулих геологічних епохах. Проте за прогнозом уже до кінця ХХІ ст. атомна й ядерна енергія будуть базовими в енергозабезпеченні людства.

Розглянемо докладніше цей перехід.

Стратегічно важливим видом палива залишається нафта.

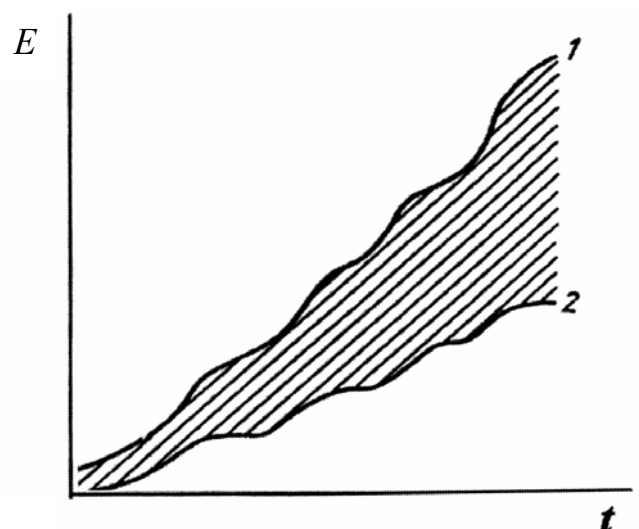


Рис. 1.2. Криві розвитку системи енергетики: використувана енергія (1) та її втрати у часі (2)

разів перевищували запаси нафти. Проте найбільш розповсюдженим є буре вугілля, яке має знижену теплотворну здатність та при спалюванні якого залишається багато відходів. Навколишнє середовище забруднюється отруйними оксидами сірки й азоту, а також зольними викидами.

Перспективний нині – природний газ, який широко використовується в побуті та промисловості, але його запаси не перевищують запасів нафти. До того ж він заслуговує більшої уваги не як паливо, а як хімічна сировина. Аналогічні висловлювання можна зробити і про горючі сланці, торф та інші видобувні "подарунки" минулих геологічних періодів. Їх запаси все зменшуються і зменшуються.

У майбутньому головною буде ядерна енергія, хоча вона небезпечна для людини. Основи її застосування розроблено фахівцями однієї із самих розвинених наук – теоретичної та експериментальної фізики. Масштаби її виробництва атомними станціями складають не менше 50 % від усього обсягу електроенергії. Переваги урану очевидні: кілограм цього пального дає стільки ж енергії, скільки залізничний потяг кам'яного вугілля. Проте при використанні енергії атома одна з основних проблем – безпека.

Дійсно, застосування атомної енергії приховує у собі небезпеку техногенних катастроф, що, на жаль, бачимо з подій на Чорнобильській АЕС. Оскільки це джерело невідновлюване, то виникає питання, чи надовго вистачить урану? За обережними розрахунками – на декілька століть. Особливі перспективи в цьому значенні обіцяє розробка реакторів на "швидких нейтронах", де з підвищеним питомим тепловиділенням баластний уран-238 перетворюється на плутоній, який також є атомним паливом. При цьому паралельно з витратою палива може здійснюватися його накопичення в зручній для використання формі і, навіть, у зростаючих обсягах. Однак поки реактори такого типу складні та дорогі.

Вчені сподіваються, що ще більш ефективним, а головне, хімічно й радіаційно безпечним джерелом енергії для людства може стати термоядерний синтез. Напевно, це одне із найскладніших технологічних завдань, що стоїть перед населенням планети, яке академік І.В. Курчатов називав "найвеличнішим". Це джерело практично невичерпне, тому що дейтерію у морській воді вистачить на мільйони років. Хімічне та радіоактивне забруднення майже відсутнє, оскільки робота проводиться з воднем і гелієм. Все одно, так чи інакше проблема впливу енергетики на біосферу все ж таки існує – це теплове забруднення або надмірне тепловиділення, а також ще те, що слід віднести до поки невідомих явищ. Тому роботи щодо застосування термоядерного синтезу в енергетиці припинилися не тільки через науково-технічні, а й екологічні проблеми.

Існує безпечний і екологічно чистий спосіб часткового вирішення енергетичної проблеми. Це більш повне використання сонячної енергії, що безпосередньо надходить на Землю. У цьому разі будь-яке забруднення майже відсутнє, оскільки використовується енергія, яка раніше практично марно втрачалася у вигляді тепла, що виділялося.

Широке застосування сонячної енергії, тобто розвиток геліоенергетики, пов'язане з подоланням ряду проблем. По-перше, це невелика густина потоку

сонячної енергії. Незважаючи на величезну загальну кількість енергії, що надходить від Сонця (більш ніж у 1000 разів вища за загальне енергоспоживання всього людства), на кожний квадратний метр поверхні землі припадає лише 100 – 200 Вт залежно від географічних координат.

Пошук альтернативних ТЕС джерел енергії стимулюється не тільки вичерпанням запасів органічного палива, але й їх негативною дією на навколишнє середовище. Суть недосконалості технічних систем (особливо КЕС) у цьому сенсі полягає в наступному (з урахуванням законів термодинаміки). Відомо, що $1 \text{ кВт}\cdot\text{год} = 3,6 \text{ МДж}$. У той же час на виробництво $1 \text{ кВт}\cdot\text{год}$ електроенергії в Україні витрачається у середньому 373 г у.п., енергетичний потенціал якого відповідає 10,93 МДж. Таким чином, 7,33 МДж енергії у вигляді теплового забруднення втрачається у навколишньому середовищі. При цьому додатково в атмосферу викидаються оксиди сірки й азоту, які є одними із найтоксичніших сполук. Складають вони до 99 % викидів сірчаних сполук енергоустановками.

1.2. Властивості електричної енергії

Правила користування електроенергією пояснюють її як енергоносію, що виступає на ринку товаром, який відрізняється від інших особливими споживчими якостями і фізико-технічними характеристиками (одночасність виробництва і споживання, неможливість складування, повернення, переадресування тощо), які визначають необхідність регулювання та регламентації використання цього товару. Мабуть, таке визначення електроенергії має комерційну сутність.

Електрична енергія порівняно з іншими корисними видами енергії володіє такими властивостями, що роблять її надзвичайно привабливою у застосуванні. Перш за все це можливість практично необмеженої концентрації і розподілу. Можливість концентрації дозволяє збільшити одиничну потужність засобів праці, наприклад, електротехнологічних установок, і досягти за рахунок їх унікальних властивостей найкращих показників у виробництві. Здатність до розподілу забезпечила не тільки впровадження в наш побут великої кількості електропобутових приладів і машин, але й стала базою автоматизації виробництва, розвитку засобів зв'язку та інформатики.

Другою відмітною рисою є легкість перетворення електроенергії в інші корисні види енергії, і перш за все в теплову та механічну. В останньому випадку це перетворення зворотне, тобто принципово одна й та сама електрична машина може працювати і як двигун, і як генератор. Окрім цього не можна не відзначити можливість передачі великої кількості електроенергії на значні відстані з високим ККД. Звичайно, що використовувані для цих цілей повітряні ЛЕП надвисоких напруг 330–750 кВ – достатньо складні споруди, проте їх вартість менша, ніж магістральних газо- і нафтопроводів.

У сучасну епоху індустріального розвитку й урбанізації все більш цінними виявляються екологічні властивості електроенергії, що сприяють створенню високоефективних і екологічно чистих технологій, коли неелектричні технології та інші енергоносії не можна використовувати зовсім або їх використання дає більш низький економічний та екологічний ефекти. У сфері споживання

електроенергії ці властивості проявляються у зменшенні шкідливих викидів у атмосферу та в поліпшенні умов праці як на виробництві, так і в побуті.

Найважливішим соціально-економічним результатом електрифікації є збільшення продуктивності праці, яка визначається електроозброєністю, тобто кількістю кіловат-годин електроенергії, що витрачається на одного робітника.

Основа економіки будь-якої країни – це промислове виробництво. Склад промислового обладнання вельми різноманітний. У більшості установок, машин і механізмів застосовуються ті або інші рухомі процеси. До появи електроенергії як промисловий привід найбільше використовувалися парові машини та водяні колеса, в меншій мірі – вітродвигуни та мускульна сила.

Електрифікація промисловості почалася наприкінці XIX ст. саме з упродовження приводу для різних виконавчих механізмів. На сьогодні сфера застосування електрики в промисловому виробництві охоплює не тільки механічні, але й ряд таких технологічних процесів, які не можна реалізувати іншим шляхом.

Електродвигуни за своєю сумарною встановленою потужністю складають приблизно 60 % від потужності всіх приймачів електроенергії. Сучасні комплексні системи автоматизованого електропривода поступово наближаються до категорії систем кібернетичного типу, які, мабуть, і стануть основою виробництва у XXI ст., що дозволить підвищити коефіцієнт завантаження електродвигунів і значно зменшити частку непродуктивної витрати електроенергії.

Отже, електрична енергія набула широкого застосування у всіх галузях життєдіяльності людини завдяки відносній простоті й ефективності виробництва, передачі, розподілу та перетворенню в інші види енергії – механічну, теплову, світлову тощо. Електроенергія характеризується декількома специфічними властивостями:

- швидка передача на великі відстані без використання будь-яких інших ресурсів, окрім власне витрат самої електроенергії;
- виникнення в колах змінного струму електромагнітної енергії та поява її реактивної складової, що взаємодіє з активною;
- виробництво, передача, розподіл, перетворення та споживання електроенергії відбуваються одночасно (вона ніде не накопичується).

Пояснимо основні властивості електроенергії, що, як уважають автори, буде корисним для розгляду подальшого матеріалу.

Електрична енергія має унікальну властивість продукції, яка для власної передачі на сотні кілометрів від електростанції до споживача витрачає частку самої себе, не потребуючи для цього інших ресурсів. Власне це й є технологічною витратою електроенергії на її передачу по електричних мережах або на перетворення в трансформаторах і перетворювачах та інших електротехнічних пристроях. Таку витрату традиційно у багатьох книгах, підручниках і нормативно-правових документах називають втратами електроенергії. Автор роботи [5] відзначає, що, наприклад, при переміщенні предметів за допомогою автотранспорту ніхто не каже "втрати бензину склали 15 літрів", а кажуть "витрата пального склали 15 літрів". Витрату електроенергії на виконання у тій самій мірі корисної роботи, як у разі з автотранспортом, традиційно називають втратами.

Враховуючи цю історичну тенденцію в термінології, автори залишають термін "втрати електроенергії". Однак читач має розуміти умовність цього терміну.

З теоретичних основ електротехніки відомо, що у колах змінного струму з індуктивністю L та ємністю C електромагнітна енергія за перший півперіод запасється, а за другий – повертається до джерела. Опори реактивних елементів пов'язані з частотою мережі f співвідношеннями $X_L = 2 \pi f L$ та $X_C = 1 / (2 \pi f C)$, з яких видно, що індуктивний та ємнісний опори властиві тільки мережам змінного струму. Вектори реактивного I_p та активного I_a струмів не співпадають за напрямом, а повний струм визначається як $I = \sqrt{I_a^2 + I_p^2}$.

Реактивна енергія не виконує корисної роботи у сенсі перетворення в механічну або теплову як активна. Однак у фізиці поняття енергії та корисної роботи тотожні, тому словосполучення "реактивна енергія" не має сенсу. Разом з тим реактивний струм не тільки "відбирає" у активного частку пропускної здатності електричної мережі, але і при його проходженні по елементах системи електропостачання витрачається певний обсяг активної енергії, тому що, наприклад, втрати потужності в ЛЕП $\Delta P = 3 I^2 R$ (I – повний струм, R – активний опір провідника).

Нагадаємо, як пов'язані між собою активна P , реактивна Q потужності, опори та повний струм:

$$I = \frac{\sqrt{P^2 + Q^2}}{\sqrt{3}U} = \frac{P\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2\varphi}}{\sqrt{3}U};$$

$$\Delta P = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} R = \frac{P^2(1 + \operatorname{tg}^2\varphi)}{U^2} R,$$

де U – напруга мережі; $\operatorname{tg} \varphi = Q / P = X / R$ – коефіцієнт реактивної потужності; $\cos \varphi = P / S = R / Z$ – коефіцієнт потужності; S – повна потужність; Z – повний опір мережі.

Для більш повного розуміння процесів перетоків реактивної енергії розглянемо приклад залежності втрат електроенергії від коефіцієнта потужності.

Приклад 1.1. Споживана електроприймачем при напрузі $U = 6$ кВ потужність $P = 2000$ кВт. Для різних значень розрахованих споживаних струмів ($I_p = P / (1,73U \cos \varphi)$) залежно від можливих величин коефіцієнтів потужності визначаємо, що для таких умов можна застосувати кабель з алюмінієвими жилами перерізом 95, 120 або 150 мм². З урахуванням тривало допустимого струму I_{don} для конкретного перерізу жили кабелю встановлюємо область його використання за умовою $I_p \leq I_{don}$. Так, 95 мм² при $\cos \varphi > 0,86$, 120 мм² при $\cos \varphi > 0,74$ та 150 мм² при $\cos \varphi > 0,65$. Розрахункові значення величини втрат потужності та їх графічна інтерпретація залежно від $\cos \varphi$ наведені у табл. 1.1 та відповідно на рис. 1.3. Як бачимо, при середньому значенні величини втрат потужності, близькому до 50 кВт/км, можливе застосування кабелю з будь-

яким із розглянутих перерізів, однак з різними коефіцієнтами потужності. Діапазон зміни $\cos \phi$ від 0,65 до 0,95 прийнятий за умови реальних режимів роботи СЕП підприємства, де є електроприймачі з НП.

Враховуючи значення тривалості максимальних втрат потужності τ , можна визначити обсяги втрат електроенергії за рік. Однак складність таких розрахунків полягає у тому, що величина $\cos \phi$ змінюється протягом технологічного циклу робочої машини (електроприймача). З цієї причини завдання щодо зменшення втрат електроенергії стосується, як правило, тільки технологічних процесів. Значення τ збільшується при зменшенні $\cos \phi$ залежно від кількості годин використання максимального навантаження T_m , що видно із рис. 1.4. Для

побудови кривих використана емпірична формула $\tau \approx \left(0,124 + \frac{T_m}{10^4} \right)^2 \cdot 8760$.

Таблиця 1.1

Розрахункові значення величини втрат потужності, кВт/км*

$\cos \phi$	$I_p, \text{ A}$	ΔP для кабелю з параметрами		
		$S = 95 \text{ мм}^2,$ $I_{\text{дон}} = 225 \text{ A},$ $R = 0,326 \text{ Ом/км}$	$S = 120 \text{ мм}^2,$ $I_{\text{дон}} = 260 \text{ A},$ $R = 0,258 \text{ Ом/км}$	$S = 150 \text{ мм}^2,$ $I_{\text{дон}} = 300 \text{ A},$ $R = 0,202 \text{ Ом/км}$
0,95	202,8	40,1	31,8	24,9
0,9	214,0	44,6	35,3	27,7
0,8	240,8	56,6	44,8	35,1
0,7	275,2	74,1	59,9	45,8
0,65	296,4	85,6	67,8	53,1

* Жирним шрифтом показані значення втрат потужності, при яких виконується умова $I_p \leq I_{\text{дон}}$, а нежирним – якщо ця умова не виконується. Таке позначення використовується і на рис. 1.3.

Потреби споживача електроенергії викликані іманентним явищем – вільним режимом його роботи або режимом, залежним від технологічних процесів підприємства. Споживач, як правило, не узгоджує з виробником свої плани щодо режимів роботи та відповідно електроспоживання. Головне завдання виробника електроенергії – задовольняти попит споживача. Умовами дотримання властивостей електричної енергії, окрім не перевищення, є ще гнучка і швидка реакція пропозиції щодо зміни попиту. Фактично це означає наявність нерівномірного графіка споживання електроенергії.

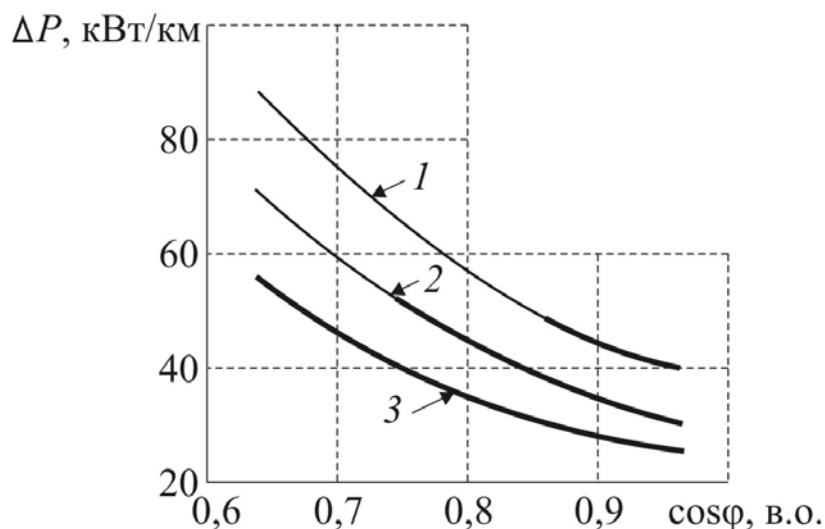


Рис. 1.3. Вигляд залежності $\Delta P = f(\cos\phi)$ для кабелю перерізом відповідно 95 (1), 120 (2) та 150 мм² (3)

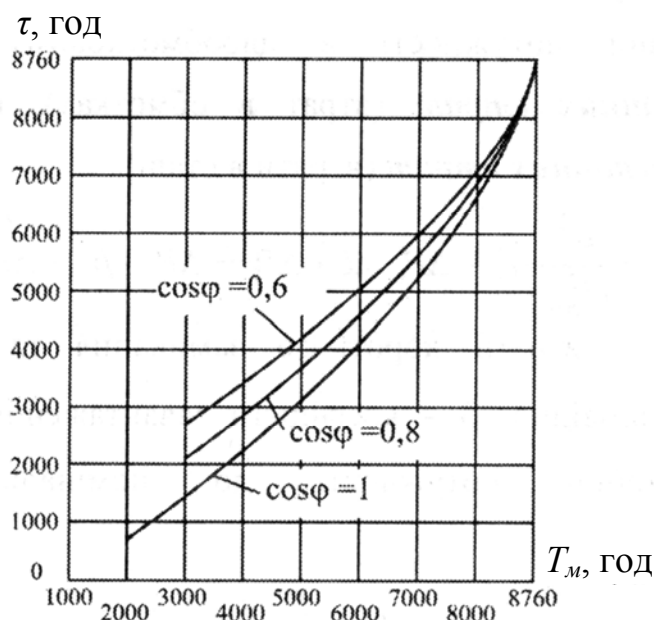


Рис. 1.4. Вигляд залежності $\tau = f(T_m)$ для різних значень $\cos\phi$

Враховуючи властивості та особливості електроенергії, вирівнювання (ущільнення) ГЕН енергосистеми є надзвичайно важливою проблемою, вирішення якої дозволить створити умови для стійкої роботи атомних і теплових електричних станцій.

Зі збільшенням нерівномірності графіка електричного навантаження зростають витрати палива на генерацію електроенергії. Тому режими нерівномірного навантаження вкрай не вигідні як у енергетичному, так і в економічному сенсі, до того ж призводять до додаткових екологічно шкідливих викидів.

Нерівномірність ГЕН енергосистеми характеризується коефіцієнтом нерівномірності, що змінюється залежно від пори року, дня тижня та інших чинників:

$$\alpha = P_{\min} / P_{\max}, \quad (1.1)$$

де P_{\min} і P_{\max} – відповідно мінімальне та максимальне електричне навантаження.

Для споживача величина витрати електроенергії визначається розрахунковим шляхом:

$$W_c = P_{\max} T_m. \quad (1.2)$$

Для процесу генерації електроенергії її обсяг визначається за допомогою співвідношення загальної витрати палива G до питомої g_0 на виробництво 1 кВт·год, тобто як

$$W_z = G / g_0. \quad (1.3)$$

Враховуючи основну властивість електроенергії, можна прирівняти W_c до W_z , тобто записати $W_c = W_z$. Використовуємо залежності (1.1) – (1.3) для отримання виразу

$$\frac{P_{\min}}{\alpha} T_m = \frac{G}{g_0}. \quad (1.4)$$

Розв'яжемо рівність відносно величини витрати палива G , тобто запишемо

$$G = \frac{T_m P_{\min} g_0}{\alpha}. \quad (1.5)$$

У правій частині рівняння (1.5) добуток $P_{\min} T_m$ замінимо значенням електроенергії, що дорівнює 1 кВт·год. Тоді остаточно отримаємо залежність величини витрати палива на виробництво 1 кВт·год електроенергії від нерівномірності ГЕН:

$$G = g_0 / \alpha. \quad (1.6)$$

Із залежності (1.6) випливає, що при $\alpha = 1,0$ $G = g_0$. Припустимо, що $g_0 = 0,36$ кг/кВт·год і $\alpha = 0,9$, тоді $G = 0,4$ кг/кВт·год. Збільшення величини витрати палива ΔG при нерівномірному графіку електроспоживання ($\alpha = 0,9$ порівняно з $\alpha = 1,0$) складає 0,04 кг/кВт·год.

Наведений тут підхід та сам розрахунок тільки підтверджують значний вплив нерівномірності електроспоживання на загальну витрату палива при генерації електроенергії. Однак на практиці існують доволі складні фізико-технічні та технологічні процеси. Наприклад, величина α функціонально зале-

жить від значення P_{\min} . Крім того, величина витрати палива залежить від швидкості зміни попиту на електроенергію та здатності енергоустановки задовольнити цю зміну. Тому більш коректні підходи до визначення питомої витрати палива залежно від нерівномірності електроспоживання наведено у лекції 3.

1.3. Перспективи споживання електричної енергії

Відповідно до проекту 2012 р. оновлення Енергетичної стратегії України на період до 2030 р. (далі – Енергостратегія-2012) у базовому сценарії попит на електроенергію досягне 282 ТВт·год, що на 50 % вище за рівень 2010 р. (191 ТВт·год). Переважно це буде зумовлено зростанням споживання в промисловості (на 40 %) та в сфері послуг (на 100 %). Такий прогноз ґрунтується на:

- аналізі історичної динаміки зростання ВВП та зміні його структури;
- прогнозі електроємності ВВП України з урахуванням ефекту від упровадження заходів зі збереження електроенергії.

У період значного економічного розвитку, коли щорічне реальне зростання ВВП становило 7 % (2000 – 2007), річне споживання електроенергії збільшувалося в середньому на 2,7 %. Світова фінансова криза спричинила падіння ВВП у 2009 р. майже на 15 % (у реальному відображенні) і зниження споживання електроенергії на 10 %.

Сьогодні показник електроємності ВВП України у кілька разів перевищує аналогічний для європейських країн. Однією з причин цього є структура української економіки, яка здебільшого складається з електроємних галузей, і надмірно високі витрати електроенергії на виробництво одиниці продукції. Висока електроємність також викликана істотним технологічним відставанням багатьох галузей промисловості та житлово-комунального господарства, а також високим зношенням основних фондів.

Згідно з історичним складом коефіцієнтів еластичності енергоспоживання та зростанням ВВП за трьома категоріями: промисловість, сектор послуг і населення споживання електроенергії у 2030 р. в базовому сценарії складе 282 ТВт·год (включаючи експорт, втрати і власні потреби електростанцій) при середньому щорічному зростанні на рівні 2,0 %. Таке співвідношення зростання ВВП і динаміки споживання електроенергії відповідає показникам, характерним для ринків, які проходять етап інтенсивного розвитку. У базовому сценарії співвідношення між ВВП сфери послуг та промисловості до 2030 р. наблизиться до рівня розвинених країн (сфера послуг складе 70 % ВВП, промисловість – близько 21 %, решту 9 % – сільське господарство). Відповідно до базового сценарію ВВП України в 2030 р. досягне 2,9 трлн грн.¹

При прогнозуванні споживання електроенергії в Енергостратегії-2012 (див. табл. 1.2 та рис. 1.5) враховуються структурні зміни, очікувані у кожному сегменті споживачів, наприклад, перехід від мартенівського методу виробництва сталі на електродуговий.

¹ Тут і надалі всі суми у реальних цінах 2010 р.

Таблиця 1.2

Попит на електроенергію² (ТВт·год) за базовим сценарієм зростання ВВП

Галузь економіки	2010	2015	2020	2025	2030
Промисловість ³	94	107	116	127	134
Сільське господарство	4	4	4	5	5
Комерційне та побуто- ве споживання	65	76	88	101	115
Втрати ⁴	22	22	22	22	23
Експорт	6	6	6	6	6
Разом	191	215	236	259	282

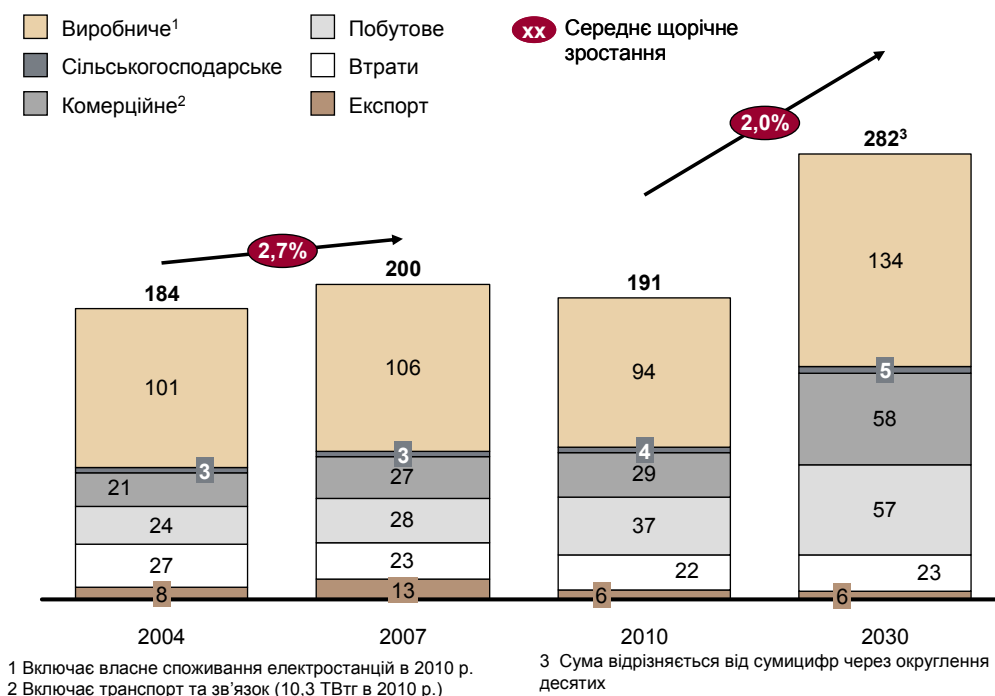


Рис. 1.5. Діаграма попиту на електроенергію з урахуванням втрат та власних потреб (ТВт·год)

Промисловість буде найбільшим споживачем електроенергії (134 ТВт·год у 2030 р., або близько 50 % від загального обсягу). При цьому щорічне зростання споживання становитиме 1,8 %. Цей показник враховує реалізацію заходів, спрямованих на енергозбереження та підвищення енергоефективності відповідно до галузевих програм, які дозволяють наблизити рівень споживання електроенергії при виробництві продукції до середньосвітових значень (щорічне

² Результуючі значення можуть відрізнятися від арифметичної суми доданків за рахунок округлення.

³ Ця галузь включає власні потреби електростанцій (24 ТВт·год у 2030 р.) та потреби ГАЕС.

⁴ Втрати з урахуванням у магістральних і розподільних мережах.

зменшення на одиницю продукції складе 0,1–5 % проти рівня 2010 р. залежно від галузі).

Основним чинником впливу на збільшення електроспоживання буде розвиток металургії, пов'язаний зі збільшенням світового попиту на метал (близько 3 % на рік) і зміною структури виробництва сталі в Україні (заміна застарілих мартенівських печей на конвертерні й електродугові). Збільшення обсягів виробництва металургійної продукції (на 1,4 % щорічно) та суміжних галузей: видобувної (видобуток залізної руди та вугілля) та хімічної (найбільш енергоємної її частини – виробництво кисню й інших газів) сформує близько 50 % промислового споживання електроенергії (71 ТВт·год у 2030 р.)

Споживання електроенергії сільським господарством зростатиме в середньому на 1,6 % на рік і до 2030 р. сягне 4,8 ТВт·год. Споживання сферою послуг зростатиме майже вдвічі швидше за промислове (близько 4,2 % на рік у середньому) і до 2030 р. складе близько 45 ТВт·год. Основним чинником зростання є збільшення комерційних площ (торгівельні та офісні приміщення, заклади освіти та охорони здоров'я тощо) у 3,2 раза.

Споживання електроенергії підприємствами транспортної галузі підвищиться внаслідок збільшення обсягів вантажних і пасажирських перевезень, викликаного зростанням промислового та сільськогосподарського виробництва, і реального підвищення ВВП на душу населення. До 2030 р. споживання електроенергії у транспортній галузі зросте на 50 % і складе 14 ТВт·год.

Зростання побутового споживання електроенергії населенням до 2030 р. порівняно з 2010 р. складе більше 55 % (середньорічний темп зростання – 2,2 %), тобто побутове електроспоживання складе близько 57 ТВт·год.

Значним буде підвищення енергоефективності (у цілому приблизно на 1,2 % щорічно) за рахунок раціональнішого використання електроенергії для опалення, кондиціювання, вентиляції та освітлення приміщень, а також для живлення побутових електроприладів. Аналогічне зниження енергоспоживання спостерігається наразі у розвинених країнах, що викликане високими тарифами, а також переведенням різних приладів на нові стандарти енергоспоживання.

Втрати при передачі та розподілі електроенергії у відносних величинах скоротяться з 13 до 9 % її споживання, що значно зменшить розрив з аналогічними показниками європейських країн. При цьому в абсолютних цифрах втрати дещо збільшаться за рахунок зростання споживання: з 22 ТВт·год у 2010 р. до 23 ТВт·год у 2030 р. Зниження втрат буде досягнуто завдяки модернізації розподільних і магістральних мереж.

Отже, сумарні потреби в електроенергії до 2030 р. складуть близько 282 ТВт·год (на 91 ТВт·год більше, ніж у 2010 р.), що потребує значного збільшення генеруючих потужностей (табл. 1.3).

За показником енергоємності ВВП Україна в декілька разів перевищує такі самі показники розвинених країн Західної і Східної Європи. Так, енергоємність ВВП України в 2010 р. склала 0,55 т у.п. на 1000 доларів ВВП порівняно з 0,15 у Німеччині, 0,19 – у Польщі й 0,44 – у Росії (рис. 1.6).

Таблиця 1.3

Баланс електричної енергії (млрд кВт·год)

Стаття балансу	2010 (факт.)	Прогноз за роками			
		2015	2020	2025	2030
Базовий сценарій					
I. Ресурси, всього	189,9	215,0	236,0	259,0	282,0
1. Виробництво електроенергії на, всього	188,0	215,0	236,0	259,0	282,0
1.1. АЕС	89,0	96,0	116,0	126,0	133,0
1.2. ГЕС	12,0	12,0	13,0	14,0	14,0
1.3. ГАЕС	1,0	3,0	7,0	7,0	7,0
1.4. ТЕС – вугілля	68,0	82,0	75,0	83,0	92,0
1.5. ТЕС – газ	0,0	2,0	2,0	2,0	2,0
1.6. ТЕЦ і блок-станції	18,0	19,0	20,0	21,0	21,0
1.7. ВДЕ	0,0	1,0	4,0	7,0	13,0
2. Імпорт	1,9	0	0	0	0

Т у.п./1 000 долл. США по ПКС

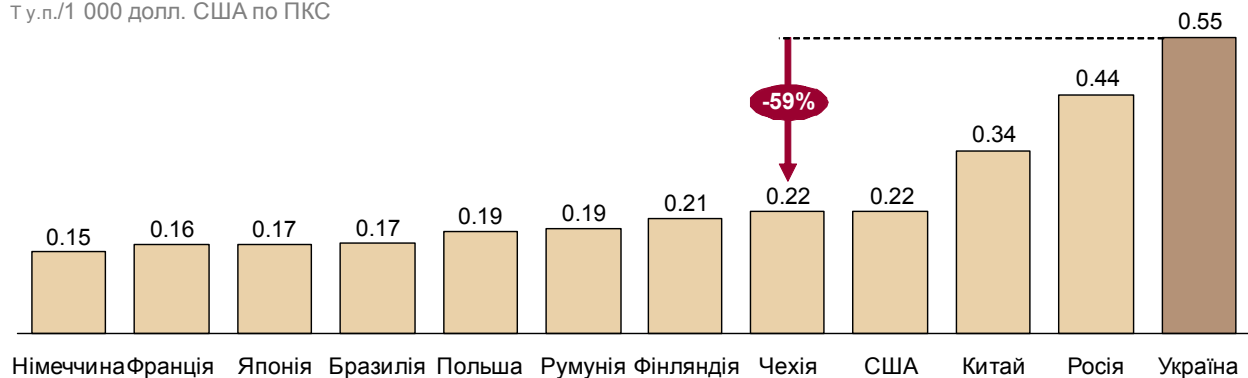


Рис. 1.6. Діаграма порівняння енергоємності ВВП різних країн (т у.п./1000 долл. США по ПКС)

Високий показник енергоємності ВВП України є наслідком особливостей структури національної економіки, зміщеної у бік більш енергоємних галузей, істотного технологічного відставання більшості галузей від рівня розвинених країн, а також цінових викривлень на внутрішніх енергетичних ринках. Залежність країни від імпорту таких енергоносіїв, як газ та нафта і висока енергоємність обмежують конкурентоспроможність національного виробництва. Підвищення енергоефективності – один із критеріїв зміцнення національної енергетичної безпеки України. Зниження енергоємності економіки має стати однією з пріоритетних цілей державної політики в області енергетики.

Низький показник енергоефективності збільшив кризові явища в українській економіці у першій половині 90-х років минулого століття за рахунок різкого зростання частки матеріальних витрат у загальній вартості продукції на тлі падіння промислового виробництва. Тільки наприкінці 90-х років у результаті припинення падіння промислового виробництва та завдяки прийнятим на державному рівні закону та програмі енергозбереження почалося підвищення ене-

рогоефективності економіки. При цьому вперше в історії України спостерігалось зростання ВВП при одночасному скороченні споживання первинних паливно-енергетичних ресурсів.

Загальними показниками енергетичної ефективності, які визначаються на рівні країни, є енергоємність, електроємність і паливоємність ВВП. У рамках базового сценарію розвитку економіки при реалізації заходів зі збільшення енергоефективності може бути досягнуто зниження показника енергоємності ВВП майже на 60 % (з 0,2 до 0,09 кг у.п./грн ВВП), а електроємності – на 43 % (з 0,17 у 2009 р. до 0,11 кВт·год/грн у 2030 р.) Зниження показників енергоємності ВВП наблизить Україну до показників розвинених європейських країн.

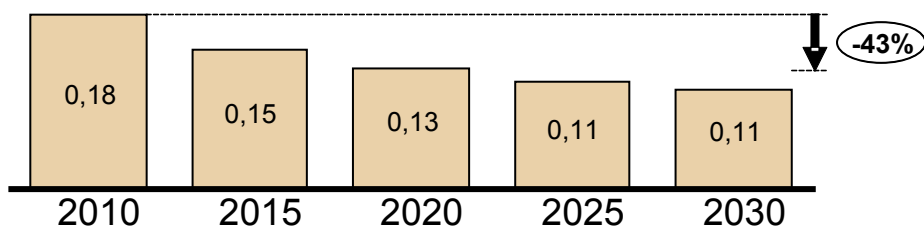


Рис. 1.7. Діаграма зниження електроємності ВВП України згідно з прогнозом (ТВт·год/млрд грн у цінах 2010 р.)

1.4. Правова основа та загальні напрями енергозбереження

Поняття "енергозбереження" (за ДСТУ 2420-94) формулюється як діяльність (організаційна, наукова, практична, інформаційна), спрямована на раціональне використання та економне витрачання первинної і перетвореної енергії та природних енергетичних ресурсів у національному господарстві за допомогою технічних, економічних і правових методів. Нині в Україні є досвід впровадження енергозбережних технологій, напрацьований значний матеріал щодо прогресивних зарубіжних досліджень, створені й успішно працюють фірми з комплексної розробки та впровадження сучасних енергоефективних технологічних установок.

Головний потенціал енергозбереження зосереджений в промисловості (близько 50 %) і енергетиці (30 %), інші 20 % – у комунально-побутовій сфері, транспорті, сільському господарстві тощо. Отже, істотних результатів стосовно енергозбереження можна досягти в енергетиці при генерації і в промисловості при споживанні електроенергії. Слід пам'ятати, що в енергетиці в результаті енергозбереження відбувається економія палива, а в промисловості, головним чином, – електроенергії.

Для усвідомлення ролі різних видів енергії розглянемо загальну модель взаємоперетворення первинних і безпосередньо використовуваних її видів. У повсякденному житті, в побуті та різного роду виробничих процесах переважно застосовуються всього три види енергії: теплова, механічна й електрична. Для отримання цих видів енергії людство використовує "первинні" види енергії – хімічну й атомну, носіями якої є відповідно органічне та ядерне паливо. Взає-

мозв'язок "первинних" видів енергії з тими, що використовуються в побуті та промисловості, відображений на рис. 1.8 (стрілки символізують напрям перетворення початкового виду енергії в подальший).

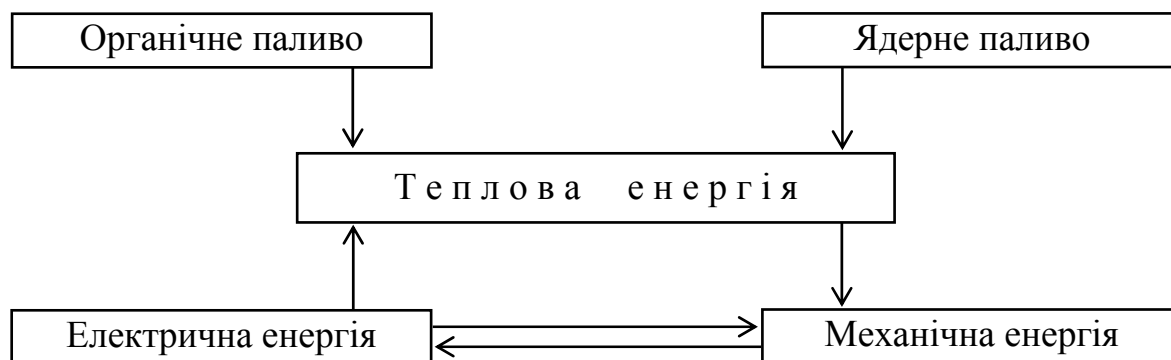


Рис. 1.8. Загальна модель взаємозв'язку "первинних" видів енергії з тими, що безпосередньо використовуються

Загальні напрями енергозбереження

Попит на електроенергію (згідно з Енергостратегією-2012) передбачає до 2030 р. вихід на рівень споживання у 282 ТВт·год на рік, що означає зниження електроємності ВВП приблизно на 40 % (з 0,19 у 2009 р. до 0,11 кВт·год/грн у 2030 р.) Для виходу на цей показник необхідно зменшити на величину до 20 % питоме споживання електроенергії, у тому числі за рахунок таких заходів:

- підвищення стандартів енергоефективності при будівництві та на транспорті, а також використання більш економічних освітлювальних приладів;
- зниження втрат у магістральних і розподільних мережах;
- лібералізація ринку електроенергії й усунення перехресного субсидування;
- стимулювання модернізації застарілих і наденерговитратних видів виробництва;
- впровадження принципів енергетичного менеджменту й аудиту;
- введення диференційованих за часом доби тарифів на електроенергію для кінцевого споживача;
- стимулювання використання енергозберіжливих побутових електроприладів;
- популяризація заходів зі зниження споживання електроенергії в піковий час і загальне підвищення енергоефективності у побутовому секторі.

За відсутності реалізації зазначених заходів сукупний обсяг споживання електроенергії до 2030 р. складе 331 ТВт·год на рік.

Основними секторами споживання електроенергії є промисловість, сільське, комерційне та побутове господарство, а також сектори розподілу і передачі електроенергії та експорт. Для того, щоб до 2030 р. вийти на рівень споживання 282 ТВт·год на рік, необхідно досягти наведених нижче показників економії електроенергії за секторами:

- промисловість і сільське господарство – економія близько 7 % (139 ТВт·год порівняно зі 151 ТВт·год без вживання заходів з підвищення енергоефективності);

- споживання в комерційних спорудах і на транспорті – економія 30 % (58 ТВт·год порівняно з 76 ТВт·год), у тому числі за рахунок упровадження енергозбережних технологій для опалення, кондиціонування (наприклад, використання теплових насосів) і освітлення будинків (наприклад, застосування світлодіодів);
- побутове споживання – економія 11 % (57 ТВт·год порівняно з 63 ТВт·год), у тому числі за рахунок стимулювання використання енергозбережних побутових електроприладів і ламп;
- втрати при розподілі та передачі – економія 57 % (23 ТВт·год порівняно з 36 ТВт·год).

Першочерговими заходами з упровадження економічних механізмів підвищення енергоефективності мають стати:

- встановлення прогресивних норм питомих витрат енергоносіїв згідно із законодавством;
- визначення перспективних напрямів для підвищення енергоефективності (підвищення норм стандартів електроспоживання для побутових приладів і матеріалів, що використовуються при будівництві й утепленні будинків, застосування теплових насосів тощо) і встановлення відповідного державного контролю (удосконалення нормативно-правової бази та діяльності контрольних органів, запровадження системи штрафів);
- розробка програм за обраними перспективними напрямками підвищення енергоефективності, а також підтримка їх реалізації за рахунок інвестицій;
- уведення обов'язкового енергетичного менеджменту й аудиту для бюджетних установ та підприємств, що отримують державні дотації та субсидії;
- розробка та впровадження механізмів стимулювання енергозбутових компаній до зниження споживання електроенергії їх клієнтами (споживачами);
- популяризація заходів з підвищення енергоефективності серед населення.

Правова основа енергозбереження та енергоефективності:

- Директива 2004/8/ЄС від 11 лютого 2004 р. про сприяння спільному виробництву тепла й електроенергії (когенерації) на основі корисного теплового навантаження на внутрішньому енергетичному ринку та внесення змін до Директиви 92/42/ЄЕС;
- Директива 2006/32/ЄС від 5 квітня 2006 р. про ефективність кінцевого використання енергії та енергетичні послуги;
- Директива 2010/31/ЄС від 19 травня 2010 р. щодо енергетичних характеристик будівель, яка скасовує та замінює діючу раніше Директиву 2002/91/ЄС;
- Директива 2010/30/ЄС від 19 травня 2010 р. щодо позначення класів енергоспоживання та стандартизованої інформації про споживання енергії та інших ресурсів електропобутовими приладами, яка скасовує та замінює діючу раніше Директиву 92/75/ЄЕС.

Адаптація енергетичного законодавства України до енергетичного законодавства Європейського союзу з питань енергозбереження та енергоефективності спрямована на:

- підвищення ефективності споживання ПЕР;

- зниження енергоємності ВВП;
- прискорення структурної перебудови економіки України;
- мінімізацію залежності економіки України від імпорту енергоносіїв;
- підвищення конкурентоспроможності вітчизняної продукції на світових ринках;
- формування привабливого інвестиційного клімату;
- зменшення техногенного навантаження на довкілля.

Також Енергостратегією-2012 передбачається розробка та затвердження "Комплексної програми енергозбереження для зниження споживання електричної енергії вуглевидобувними підприємствами, які працюють у режимі водовідливу" та "Методики формування ціни на енергетичне вугілля, виходячи з його калорійності й енергетичної цінності".

Крім того, в Україні діє багато стандартів з енергозбереження, головна мета яких – забезпечити єдність вимог до енергозбереження та рівнів показників ефективності використання ПЕР у різних сферах діяльності. Розробку стандартів здійснює технічний комітет зі стандартизації – енергозбереження.

У сфері, пов'язаній з економією ПЕР, використовується велика кількість стандартів, що не належать до енергозбереження, проте фахівцям з енергоменеджменту для кваліфікованого вирішення міждисциплінарних завдань у різних областях техніки та виробництва необхідно вміти їх правильно використовувати.

В основних стандартах з енергозбереження викладені головні положення та відповідні терміни (наприклад, ДСТУ 2339–94 "Енергозбереження. Основні положення" або ДСТУ 2420–94 "Енергоощадність. Терміни та визначення"). У той же час не всі терміни з енергозбереження та їх тлумачення знайшли відображення у цих стандартах. Тому автори визнали корисним подати розширений перелік державних нормативних актів, що необхідні фахівцю у галузі енергозбереження (див. дод. А).

Окрім основних є ряд стандартів, де разом з питаннями техніки, технології, економіки та інших аспектів викладені методичні положення щодо енергозбереження. Наприклад, ДСТУ 3886–99 "Системи електропривода" містить вимоги до аналізу, розрахунку систем електропривода, вибору раціональних режимів експлуатації технологічних установок з електроприводом, налагодженням на енергозбереження, а також методичні положення з економічного обґрунтування енергозбережливих заходів. У додатках наведено рекомендації з економії електроенергії, характеристики систем електропривода, приклади економічних розрахунків тощо. Цей стандарт – один з основних при розгляді завдань з енергозбереження, оскільки за узагальненими оцінками на частку електродвигунів доводиться більше 75 % від сумарного електроспоживання. Стандарт ДСТУ 3886–99 буде корисним при вирішенні конкретних завдань з економії електроенергії.

У ДСТУ 2155–93 "Методи визначення економічної ефективності заходів щодо енергозбереження" викладені загальні положення з визначення ефективності енергозбереження. Його основна мета – оцінка ефективності заходів з енергозбереження на промислових підприємствах в умовах їх економічної са-

можливості. Для оцінки ефективності використовується метод виділення із загального прибутку, що залишається у розпорядженні підприємств, тієї її частини, зміна якої безпосередньо обумовлена впровадженням енергозберігаючого заходу. Такий прибуток утворюється звичайно за рахунок економії обсягів палива, теплової й електричної енергії, а також скорочення величини платежів підприємства за забруднення навколишнього середовища, які визначаються за відповідною методикою.

ДСТУ 3224–95 "Методи визначення норм витрачання електроенергії гірничими підприємствами" (ГОСТ 30356–16) є міждержавним стандартом і складовою частиною комплексу нормативних документів з енергозбереження. Цей стандарт повинен розглядатися разом зі стандартом ДСТУ 3176–95 "Енергозбереження. Методи визначення балансів електроспоживання гірничих підприємств" (ГОСТ 30341–96). У першому стандарті наведено класифікацію і методи встановлення нормалізованих питомих витрат електроенергії на всіх виробничих дільницях і технологічних установках вугільних шахт, розрізів і збагачувальних фабрик. Корисність стандарту - конкретність прикладів розрахунку норм витрат електроенергії на виробництві. Тому студент або фахівець може без великих зусиль виконати відповідні розрахунки. ДСТУ 3176–95 розглядає мету розробки електричних балансів як шлях підвищення ефективності використання електричної енергії в гірничій промисловості. Для цього складові фактичних балансів електроспоживання зіставляються з нормалізованими витратами (нормами) електроенергії, які визначаються за допомогою ДСТУ 3224–95. Енергобаланси підприємств інших галузей промисловості складаються відповідно до ДСТУ 2804–94.

Нині діють два нормативних документи щодо методів розрахунку технологічних витрат електроенергії в мережах електропостачання. Один з них – це ДСТУ 3860–99 "Методика розрахунку технологічних витрат електроенергії в діючих мережах електропостачання напругою 220 кВ і вище", другий – Р50–072–98 "Рекомендації. Методика розрахунку технологічних витрат електроенергії в мережах напругою від 0,38 до 110 кВ включно". Ці документи дозволяють розраховувати втрати електроенергії у всіх елементах систем електропостачання.

ДСТУ 4065–2001 "Енергетичний аудит" є, по суті, навчальним посібником для енергоаудиторів різних організацій та служб, у тому числі й для працівників Державної інспекції з енергозбереження для проведення ними експертизи.

ДСТУ 3581–97 "Методи вимірювання і розрахунку теплоти згоряння палива" (ГОСТ 30517–97) містить усі необхідні дані та початкову інформацію для виконання розрахунків відповідно до свого призначення.

ДСТУ 3740–98 "Методи аналізу і розрахунку зниження витрат палива та енергії на металургійних підприємствах" призначений для конкретних розрахунків і містить вказівки з визначення енергоємності енергоносіїв і продукції, а також зі складання балансів. Стандарт включає приклади і є корисним як для студентів, так і для фахівців.

Рекомендації Р50–081–2000 "Методика оцінювання енергетичного стану систем електропостачання промислових підприємств для їх паспортизації" да-

ють можливість для складання енергетичного паспорта системи електропостачання підприємства. У них викладено методику розрахунку параметрів енергетичного стану системи електропостачання та наведено приклади.

ДСТУ 3682–98 "Методика визначення повної енергоемності продукції, робіт і послуг" (ГОСТ 30583–98) являє собою єдиний документ і містить інформаційно-методичну частину, головним чином, з потоків енергоресурсів, враховуючи економічні, технологічні, маркетингові та інші знання.

ДСТУ 3755–98 "Номенклатура показників енергоефективності та порядок їх внесення в нормативну документацію" – це, по суті, перелік показників з 41 найменування, які мають бути внесені до нормативної документації. Аналогічним є ДСТУ 3052–95 "Порядок встановлення показників ресурсозберігання в документації на продукцію" (ГОСТ 30167–95).

ДСТУ ISO 13253–97 "Мережні повітряні кондиціонери і повітроповітряні теплові насоси" висвітлює методи випробувань і оцінює експлуатаційну якість відповідного обладнання.

ДСТУ ISO 13600–2001 "Системи енергетичні технічні" визначає загальні положення, необхідні для описання технічних енергетичних систем. У ньому також викладено концептуальну модель техносфери і природи, елементні блоки технічної енергетичної системи тощо.

ДСТУ 3440–96 "Системи енергетичні", ДСТУ 3429–96 "Електрична частина електростанції й електричної мережі" та ДСТУ 3465–96 "Системи електропостачання загального призначення" включають у себе основні терміни та визначення у галузі електроенергетики.

ДСТУ 2340–94 "Установки газотурбінні" містить терміни і визначення, що дозволяють з'ясувати деякі поняття, пов'язані з прогресивними газотурбінними установками. ГОСТ 27240–87 "Установки парогазові" наводить типи і основні параметри енергетичних парогазових установок, відомості про які можуть бути корисними під час оцінки властивостей і вивченні когенераційного обладнання. ГОСТ 27625–88 "Блоки енергетичні для теплових станцій" містить вимоги до надійності, маневреності й економічності, які необхідні для розробки графіка регулювання електричного навантаження. ГОСТ 4.424–86 "Турбіни парові стаціонарні" відображає номенклатуру показників усіх типів відповідного обладнання. ДСТУ 2582–94 "Теплообмінники", ДСТУ 2842–94 "Турбіни гідравлічні" та ДСТУ 2267–93 "Вироби електротехнічні" висвітлюють терміни, визначення та характеристики зазначеного устаткування.

У ДСТУ 2960–94 "Організація промислового виробництва. Основні поняття" і ДСТУ 2961–94 "Нормування матеріалів і виробничих процесів" викладено основні терміни і визначення, що відносяться до технологічних процесів та відповідно до режимів споживання електроенергії.

Контрольні питання

1. Що таке енергія? Наведіть приклади.
2. За якими основними складовими відбувається зростання споживання електроенергії?

3. Яку основну роль відіграє електроенергія у розвитку людства? Шляхи її збереження.
4. У чому полягає сутність поняття "енергозбереження".
5. Охарактеризуйте теоретичні межі енергозбереження.
6. Якими властивостями володіє електроенергія?
7. Дайте визначення поняття "електроенергія".
8. Дайте визначення терміна "втрати електроенергії".
9. Як залежить величина втрат електроенергії від коефіцієнта потужності?
10. Яке тлумачення має коефіцієнт нерівномірності електроспоживання?
11. Що слід відносити до питомих витрат палива та електроенергії? Наведіть приклади.
12. Які проглядаються перспективи споживання електроенергії?
13. Які існують прогнози зниження електроємності ВВП України? Порівняйте їх з іншими країнами світу.
14. Який потенціал має енергозбереження?
15. За рахунок яких заходів можливо скоротити питоме споживання електроенергії?
16. Наскільки можна зменшити обсяги споживання електроенергії, використовуючи енергозбережні заходи і технології?
17. Що слід віднести до правової основи енергозбереження? Наведіть приклади.
18. Наведіть основні напрями енергозбереження.

Завдання до самостійної роботи

1. Ознайомтеся з головними положеннями основних державних стандартів України, діючих у галузі енергозбереження, перелік яких наведений у дод. А. Висловіть свої думки з цього приводу під час дискусії зі своїми колегами.

Споживання електроенергії на побутовому рівні, транспорті, в промисловості та інших сферах домінує над усіма іншими енергіями за рахунок того, що вона має виключно унікальні властивості. Тому зростання електроспоживання є закономірним, а це зобов'язує використовувати її ефективніше, зменшуючи витрати ПЕР. Важливим показником ефективного використання електроенергії є електроємність ВВП країни, величина якої для нашої держави у декілька разів перевищує аналогічний показник Європейських країн. Все це зобов'язує впроваджувати заходи з енергозбереження.