

РОЗДІЛ 4

Енергоощадність та енергоефективність у системах електропостачання, електроспоживання

4.1 Енергоощадне використання енергії на побутовому рівні

4.1.1 Загальні відомості

З 1950 року у світі почали використовувати в чотири рази більше енергії. Основна частка припадає насамперед на домашні господарства і на зростаючу промисловість. Економічний спад в Україні та країнах колишнього СРСР не дуже сильно позначився на споживанні енергії – воно залишається стабільно високим.

За останні роки енергоємність вітчизняної економіки зросла на 46 %, у середньому на 30 % збільшилися витрати енергоресурсів на виробництво металу й іншої базової продукції. На одиницю продукції, що випускається, в Україні витрачається енергії в 2,5 рази більше, ніж у США, втричі більше, ніж у країнах Західної Європи. Втрати електроенергії в мережі загального користування вирости до 120 млрд кВт · г/рік, чи до 13,5 % від обсягу виробництва – в основному через спад промислового виробництва, зношення устаткування, що досяг 63–75 %.

За різними оцінками, до 40 % усіх використовуваних у країні енергоносіїв витрачається нераціонально. На дотації населенню, а також на оплату енергоносіїв, споживаних організаціями бюджетної сфери (школи, лікарні і т. ін.), витрачається близько 42 % місцевих бюджетів.

Постачальники енергоносіїв і води не мають стимулів до зниження витрат, а місцеві бюджети і населення оплачують технологічно невиправдані

наднормативні втрати (за них стягується до однієї третини оплати). Водночас збільшуються багато екологічних проблем, яких і без того цілком достатньо. Багато державних програм з енергетики всерйоз не враховують резерви енергоспоживання, в той час як експертні оцінки і проведені на деяких територіях розрахунки показують величину резерву енергозбереження до 40 % від існуючого рівня споживання. Якщо б у нас були прийняті найпримітивніші, першочергові заходи для заощадження енергії, то до 40 % енергії можна було б зберегти. Саме тому ми вирішили висвітити проблеми енергозбереження в побуті для широкої громадськості, а також відповісти на запитання: «Що з того, що ми звикли робити щодня, робити не потрібно?».

Оскільки електроенергія не дуже дорога, то на цей час у людей немає великого матеріального стимулу для економії електрики, хоча безкоштовним його вже не назвеш. Якщо ж тенденція до постійного підвищення тарифів збережеться, то в майбутньому населення буде занепокоєне економією електроенергії.

Усім бажаючим заощадити на електроенергії корисно знати, скільки енергії споживають різні електроприлади.

Таблиця 4.1 – Споживання енергії електроприладами

Назва приладу	Потужність, термін роботи	Витрати електроенергії, кВт · г/рік
1	2	3
Радіоприймач	(10 Вт; 12,5 години за 1 тиждень)	22
Принтер	(42 хв за 1 тиждень)	33

Продовження таблиці 4.1

1	2	3
Кавоварка	(800 Вт, 4,5 години за 1 тиждень)	37
Електрочайник	(1 770 Вт, 1 літр за 1 добу)	38
Праска	(1 500 Вт, 1 година за 1 тиждень)	39
Фритюрниця	(2 000 Вт, 24 хвилини за 1 тиждень)	42
Пилосос	(1 200 Вт, 50 хвилин за 1 тиждень)	53
Відеомагнітофон	(у режимі чекання)	61
Електрогриль	(1 500 Вт, 1 година за 1 тиждень)	78
Хлібопіч	(600 Вт, 6 разів за 1 тиждень)	108
Пральна машина	(3 000 Вт, 3 рази за 1 тиждень)	110
Факс з автовідповідачем	(34 Вт, у режимі чекання)	114
Духовка	(2 000 Вт, 1 година за 1 тиждень)	121
Мікрохвильова піч	(1 400 Вт, 1,5 години за 1 тиждень)	122
Комп'ютер	(110 Вт, 16,5 годин за 1 тиждень)	137
Кольоровий телевізор	(95 Вт, 20 годин за 1 тиждень)	146
Кондиціонер	(1 130 Вт, 4,5 години за 1 тиждень впродовж 3 міс.)	203
Електрорадіатор	(2 000 Вт, 7 годин за 1 тиждень впродовж 8 міс.)	224
Холодильник	(250 Вт, постійно)	226
Світильник	(180 Вт, 3 лампочки за 4 години за 1 добу)	250
Посудомийна машина	(3 000 Вт, 4 години за 1 тиждень)	344
Морозильна шафа	(30 Вт, постійно)	400

Продовження таблиці 4.1

1	2	3
Електроплита	(2 000 Вт, 1,25 години за 1 добу)	438
Холодильник із морозильною камерою	(160 Вт, постійно)	550
Водонагрівник малого об'єму	(2 000 Вт, 20 л за 1 добу)	694
Водонагрівник великого об'єму	(2 000 Вт, 95 л за 1 добу)	2 461
Музичний центр		50 Вт
Електрична зубна щітка		20 Вт
Магнітофон		20 Вт
Вафельниця		1 000 Вт
Електродріль		500 Вт
Тостер		1 000 Вт
Кухонна витяжка		100 Вт
Швейна машина		70 Вт
Електроміксер		150 Вт
Кофемолка		20 Вт
Електром'ясорубка		200 Вт
Плойка		40 Вт
Електросоковитискач		60 Вт
Радіобудильник		10 Вт
Електробритва		10 Вт
Фен		600 Вт
Безпроводний телефон		20 Вт

Звичайно цифри, наведені таблиці 4.1, є приблизними. Це зовсім не означає, що, наприклад, ваш двокамерний холодильник за 1 рік споживає чітко 550 кВт · г електроенергії. Холодильники, як і будь-які інші прилади, бувають різними.

І все-таки, що важливо знати під час купівлі нової побутової техніки, як тут заощадити на електроенергії? Необхідно зазначити, що сучасна побутова техніка споживає набагато менше електрики, ніж навіть 10 років тому. Позначаються загальносвітові тенденції на економії, чого вітчизняні споживачі більше не можуть ігнорувати. І хоча вітчизняним виробникам за деякими показниками ще далеко до передових закордонних, тенденція в наявності – чим новіша техніка, тим ощадливіше вона обходиться з природними ресурсами.

4.1.2 Споживання енергії електроприладами

Холодильники

Холодильник єдиний електричний прилад, що працює без перерви цілодобово впродовж багатьох років. Ми маємо право вимагати від нього не лише безвідмовної роботи, а й помірного споживання електрики. Як бачимо з вищенаведеної таблиці, це один із основних споживачів електроенергії в будинку. Старі моделі, що випускалися ще в радянський час, набагато менш економічні порівняно зі своїми сучасними побратимами (на одиницю об'єму).

Наразі усім холодильникам присвоюється так званий клас економічності – від А до С. Клас А свідчить про те, що холодильник дуже економічний, клас В – менш економічний, клас С – ще менш економічний. Клас О називають проміжним, а от класи Е, Р і С вважають неекономічними. Оскільки за кордоном економічності надається дуже велике значення, більшість імпортних холодильників відносять до класів економічності А, В і С. Серед найбільш популярних вітчизняних холодильників є як дуже економічні моделі (клас А і В), так і низько економічні (клас F). Різниця між ними може досягати 1 кВт · г/добу.

Варто врахувати, що холодильники з автоматичною системою розморожування морозильної камери менш економічні і більше шумлять. Крім того, за деякими відомостями, такі холодильники менш надійні через додаткові елементи, що можуть зламатися. Втім якщо ви перестанете вчасно розморожувати свій простий досить економічний холодильник, то він почне інтенсивно обростати сніжною шубою, і вся енергія буде витратитися на підтримку цієї шуби, і чим вона товща, тим більше електрики буде витратити ваш холодильник. Так що для того, щоб холодильник без системи споживав менше електроенергії, його необхідно час від часу розморожувати. Це не така вже й велика плата за економію ресурсів.

Дуже важливо пам'ятати, що холодильник потрібно як можна рідше відкривати, щоб не було виходу холоду. Його також не варто ставити поруч із джерелами тепла, наприклад, із плитою, батареєю, тому що це також призводить до збільшення витрати енергії.

Електричні печі

Різниця в споживанні енергії електроплитами не така велика, як у холодильників. Проте заощадити електроенергію можна і тут, додержуючись елементарних правил.

Нагрівальні елементи на робочій поверхні сучасних електричних плит бувають різних типів: традиційні, з чавунними конфорками («млинцями») і склокерамічними. Склокераміка – дуже практичний, але надзвичайно дорогий матеріал, що піднімає ціну плити відразу як мінімум на 150–200 доларів. Не дивно, що поки це рідкість на наших кухнях. Однак якщо вам пощастило стати власником настільки дорогої електроплити, ви можете потішити себе тим, що подібна розкіш, крім зручності, допоможе вам заощадити електроенергію. Справа в тому, що гарна провідність тепла, нагрівання безпосередньо конфорок – властивості, що

відрізняють плиту зі склокерамічною поверхнею. Втім забруднена склокерамічна поверхня перешкоджає передаванню тепла посуду, тому необхідно, щоб і склокерамічна поверхня, і посуд були сухими та чистими.

Заощаджувати електроенергію можна і на більш простих плитах, як нових, так і тих, яким уже багато років.

Основне правило – враховувати теплову інертність чавунних «млинців». На практиці це означає, що вони повільно нагріваються і повільно остигають. Електроконфорки необхідно вимикати лише після того, як ви поставили на них каструлі з їжею. Щоб уникнути деформації і корозії електроконфорок, варто використовувати посуд із сухим дном. Посуд для електричних плит повинен мати зовсім плоске дно, нещільне прилягання дна до конфорки знижує швидкість готування їжі і призводить до втрат енергії. Діаметр використовуваного посуду повинен бути трохи меншим діаметра конфорки (чи відповідати йому). Інакше вам гарантоване довге нагрівання і скорочення терміну служби конфорок. Втім не варто впадати й в іншу крайність – варити, скажемо, каву в турці на найбільшій конфорці, інакше значна частина електроенергії піде на опалення кухні, а термін служби конфорки скоротиться.

Деякі сучасні плити мають конвектор-вентилятор, що рівномірно розподіляє гаряче повітря по всій площі духовки. Тим самим досягається найбільш оптимальний режим готування. Попереднього нагрівання духовки не потрібно, а температуру готування можна установити на 20–40 градусів нижче, ніж за звичайних режимів нагрівання, що дозволяє значно заощаджувати електроенергію.

У разі тривалого запікання і підсмажування використовуйте залишкове тепло. Завжди враховуйте, що під час вимикання електричної плити вона буде

продовжувати працювати ще 5–10 хвилин. Після кожного користування духовкою на певний час залишайте її дверцята відкритими, так духовка довше прослужить.

Мікрохвильові печі

До мікрохвильових печей багато хто ставиться насторожено, побоюючись за своє здоров'я. Дійсно, у виданнях з'являється інформація, що після готування за допомогою мікрохвиль склад крові змінюється так само, як і перед раковими захворюваннями. Переконливих доказів того, до цього часу не знайдено. Однак з огляду на суперечки навколо питання про безпеку мікрохвильових печей ми не закликаємо їх широко використовувати як, втім, не закликаємо від них відмовлятися.

Мікрохвилі належать до сім'ї електромагнітних хвиль, наприклад, радіохвиль, видимого світла і рентгенівських променів. Різниця полягає в довжині хвиль. Водночас зазвичай тепло виникає набагато швидше, ніж під час передавання тепла звичайним шляхом у духовці чи на плиті. Мікрохвильові печі мають незаперечні переваги перед традиційними плитами: вони дешевші і компактніші, ощадливіше споживають електроенергію. Мікрохвильова піч не створює характерної кухонної атмосфери з духотою, жаром і запахом готування. Упродовж усього циклу готування можна за бажання відкривати дверцята, перемішувати, додавати інгредієнти, перевіряти готовність. І все це без побоювань втратити тепло і порушити режим готування. У мікрохвильових печей високий коефіцієнт корисної дії: практично вся електроенергія йде на готування їжі, а не на нагрівання кухні. Крім того, під час розігрівання страв у піч можна поставити лише одну тарілку, і таким чином відпадає необхідність у каstrулях й іншому проміжному посуді. Оскільки мікрохвилі розігрівають лише самі продукти, що містять воду, енергії на нагрівання посуду не витрачається, і вона або залишається холодною,

або нагрівається вже від контакту з розігрітою їжею. Крім того, різко зменшується кількість брудного посуду, отже, заощаджується вода на її миття (а це означає – і енергія на її нагрівання). У мікрохвильовій печі можна використовувати мінімальну кількість жирів і води, що знову-таки є істотною економією.

За всіх цих перевагах є й недоліки. Якщо у вас велика родина, то, розігріваючи велику каструлю на звичайній плиті, ви заощадите і час, і електроенергію, тому що мікрохвильові печі не призначені для готування великої кількості їжі. У них не можна спекти пироги, засмажити гусака і приготувати інші делікатеси. А от аматорам низькокалорійної їжі, гарячих бутербродів, розморожування і просто миттєвого розігрівання їжі мікрохвильова піч буде в пригоді.

Мікрохвильова піч непогано підходить як доповнення до звичайної електричної. Використовуючи кожну у своїй ролі, ви заощадите природні ресурси, а також свій час і сили.

Так що, взявши до уваги все перелічене, ви можете прийняти зважене рішення, потрібна вам мікрохвильова піч чи ні.

Посудомийні машини

Посудомийні машини поки є рідкістю в нас у будинках. Переважна більшість людей відносять їх до надмірностей і миють посуд вручну, витрачаючи водночас приблизно 60 літрів води за 1 день. Звичайна посудомийна машина на 12 комплектів посуду (один комплект – до 10 предметів, включаючи прилади для їди) витрачає не більше ніж 14 літрів води.

За принципом дії вони подібні до автоматичних пральних машин: підключають до водопроводу, потім туди завантажують посуд, який обмивається струменями води, що разом із застосуванням мийних засобів дає гарний

ефект. Середня посудомийна машина витрачає за один цикл миття 1–1,5 кВт · г електроенергії; велика частина енергії йде на підігрівання води до потрібної температури.

Окремі сучасні дорогі моделі дозволяють дещо знизити витрати енергії та води за рахунок низки технологічних нововведень.

Посудомийні машини не можуть працювати без застосування спеціальних дорогих мийних засобів, що зовсім не на користь довкіллю. Але дійсно перевагою посудомийних машин є істотна економія води, що не скажеш про електроенергію, яку вони використовують не дуже дбайливо, навіть найекономічніші моделі. Втім якщо у вас немає централізованого гарячого водопостачання і ви змушені нагрівати воду в електробойлері, то посудомийна машина дійсно допоможе заощадити електроенергію.

Варто відзначити, що економічними є лише стандартні моделі, розраховані на миття великої кількості посуду (не менше ніж 12 комплектів). Посудомийну машину потрібно завантажувати повністю. Існують також мінімоделі, але витрата води й енергії в них майже така, як і у великих, так що істотно заощадити тут не вдасться.

Прання

Якщо ви є власником автоматичної пральної машини, то напевно вже оцінили її зручність. Крім того, оскільки такі машини підключають до холодної води, ви здобуваєте незалежність від наших комунальних служб, улюблена розвага яких – на місяць, а то і на два, відключити гарячу воду.

Сучасні пральні машини досить ощадливо витрачають воду, чого не можна домогтися за ручного прання. Однак на підігрівання води витрачається лєвова частка енергії. Діапазон температур у пральних машинах досить широкий – від холодної води до 90–95 °С. Сучасні пральні порошки настільки ефективні, що навіть найдужчі

забруднення в найпростішій машині прекрасно відпираються за температури 60 °С. А якщо ваша білизна не дуже сильно забруднена, і її потрібно лише злегка «освіжити» – сміливо перить у холодній воді. Таким чином досягається істотна економія електроенергії. Не витрачайте занадто багато прального порошку, на результаті прання це ніяк не позначається, а завдається шкода природі.

Завантажуйте пральну машину повністю. Витрата електроенергії практично не залежить від того, наскільки завантажена машина, а витрата води змінюється незначно.

У родині з 4 осіб середня місячна потреба в пранні – 22 кг білизни. Прання в разі повного завантаження в 5 машинах (по 4,5 кг) замість прання за неповного завантаження (по 2 кг) в 11 машинах приведуть до економії 15–20 кВт · год енергії на 1 місяць.

Після прання і сушіння речі зазвичай прасують. Прасування вимагає порівняно мало електроенергії (на 4 кг речей – 0,5 кВт · год). Але варто додержуватися таких порад:

- сортувати речі залежно від матеріалу і прасувати за необхідної температури;
- починати з низьких температур;
- для невеликих речей вистачає і залишкового тепла (за вимкненої праски);
- акуратно розправляти білизну перед сушінням, що дозволить витратити менше енергії і сил на прасування;
- сушити сорочки, футболки тощо в розправленому вигляді на плічках, часто висушені таким способом речі не вимагають прасування.

Чайники

Чайник – це невід’ємний атрибут будь-якої кухні. Вони бувають старими, «радянськими», і новими, «тефалями». Відрізняються вони дизайном, матеріалом корпусу (метал, використовуваний у «радянських»

чайниках, більш довговічний і не боїться перепадів температур, на відміну від пластика «тефалей». Втім останнім часом накреслилася тенденція до виготовлення західними фірмами чайників із металу, що істотно позначається на їх ціні). Відрізняються вони також потужністю, різниця може бути навіть триразовою. Не варто лякатися високої потужності, вона зовсім не свідчить про більш високу витрату електроенергії: просто він закипає швидше, витрата електроенергії може бути як більшою, так і меншою.

Однак резерви для економії є і тут. Насамперед, якщо у вас «радянський» чайник, що автоматично не вимикається після кипіння, то не дозволяйте йому довго кипіти, адже це додаткова витрата електрики. Подумайте також, чи обов'язково доводити воду до кипіння, адже не завжди потрібний саме крутий окріп. Гріти потрібно ту кількість води, яка дійсно необхідно, зайва гаряча вода дуже швидко перестає бути гарячою, і вся енергія витрачається даремно.

Якщо ж вам постійно необхідна гаряча вода, то велику кількість води можна підігріти в електрочайнику, потім перелити її в термос (не електричний, а простий). Вода таким чином довго не охолоне, а додаткової енергії на підтримку її температури не потрібно. Крім безпосередньої економії неабиякої кількості кіловат, ваш чайник довше прослужить, тому що його рідше будуть вмикати. У цьому разі можна говорити і про безпосередню економію грошей.

Комп'ютери і телевізори

Тут усе досить просто. Зважаючи на те, що необхідно вибирати модель, яка більш ощадливо витрачає електроенергію, потрібно також додержуватися низки простих правил. Без необхідності комп'ютер не варто вмикати, і якщо ви надовго відлучаетесь від комп'ютера, то його краще вимкнути. Якщо ж ви йдете ненадовго, то

виключати його не варто, тому що комп'ютер від постійного вмикання і вимикання може згодом вийти з ладу.

Приблизно те саме можна сказати і про телевізори. Вмикати їх варто лише за необхідності, вимикати, йдучи ненадовго, не варто. Але тут є особливості: дуже часто люди думають, що вони вимикають телевізор, а насправді просто переводять його в режим «готовності», в якому споживається досить багато електроенергії. Тому телевізор необхідно вимикати з розетки – лише так досягається істотна економія електрики.

4.1.3 Витрати електроенергії на освітлення

Використання передової освітлювальної техніки (енергозберіжні лампи, освітлювальні системи) дозволяє заощаджувати до 60 % електроенергії.

Умова економічного використання освітлення – планування відповідності потреби в освітленні та встановленої освітлювальної техніці.

Багатолампова люстра на стелі забезпечує освітлення всього приміщення, але призводить до небажаного утворення тіні під час роботи за письмовим столом, швейною машиною, в куточку з іграшками. Цілеспрямоване освітлення, незважаючи на меншу потужність ламп, забезпечить кращу освітленість без небажаної тіні.

Зрозуміло, кожний вибирає колір стін житлового приміщення за своїм смаком. Але чим більше світла відбивають стіни приміщень, тим менше світлової потужності потрібно для освітлення:

- гладка біла стіна відбиває 80 % спрямованого на неї світла;
- темно-зелена відбиває лише 15 %;
- чорна – 9 %.

Чим частіше ви вимикаєте звичайні лампи розжарювання, тим швидше вони перегорять.

Економно вимикати звичайну лампу розжарювання лише якщо вам не потрібне світло впродовж 10 хвилин. Для виготовлення нової лампи потрібно більше енергії, ніж ви заощадите, часто вимикаючи її на короткий час.

Зараз у продажу з'явилися спеціальні економічні лампи, що споживають набагато менше електроенергії порівняно зі звичайними лампами розжарювання. Такі лампи бувають як вітчизняного виробництва, так і імпорتنі. Зазвичай їх дизайн набагато елегантніший від традиційних, і вони зможуть служити ще і прикрасою вашої квартири. У них, щоправда, є один серйозний недолік – висока ціна, що не окупається, навіть якщо взяти до уваги економію на оплаті електроенергії. Нічого не поробиш, електроенергія поки занадто дешева. Але якщо вона і надалі буде дорожчати такими самими темпами, то такі лампи можна буде виправдати й економічно.

4.2 Можливості енергозбереження засобами частотно-регульованого електропривода

4.2.1 Потенціал збереження енергії в електроприводах

У сучасному світі енергозбереження стало пріоритетним напрямком технічної політики. Це пов'язано, по-перше, з дефіцитом основних енергоресурсів, по-друге, зі зростаючою вартістю їх добування, по-третє, з глобальними економічними проблемами, позначеними в останній час.

Енергозбереження в будь-якій сфері зводиться до зниження марних втрат енергії. Аналіз втрат у сфері виробництва, розподілу і споживання електроенергії свідчить, що більша частина втрат (до 90 %) припадає на

сферу енергоспоживання, тоді як втрати під час передавання електроенергії становлять лише 9–10 %. Із цього стає зрозумілим, що основні зусилля з енергозбереження повинні бути сконцентровані саме у сфері споживання електроенергії. Структуру споживачів електроенергії можна подати так: електроприводи – 62 %, електричний транспорт – 9 %, електротермія та електротехнологія – 8 %, освітлення й інші споживачі – 21 %.

Сучасний електропривод здійснює практично всі технологічні операції, пов'язані з перетворенням електричної енергії на механічну, використовується в всіх сферах господарства, споживаючи більше ніж 65 % виробленої електроенергії. Тому зрозуміло, наскільки важливо упроваджувати енергозбережні технології саме у сфері застосування електропривода. Основна маса електроприводів (90 %) – нерегульовані, побудовані на основі асинхронних електродвигунів із короткозамкненим ротором. Сотні тисяч механізмів обладнані нерегульованим електроприводом: технологічний процес це допускає. Водночас кожного року втрачаються мільйони мегаватт-годин електроенергії, мільярди кубічних метрів води, знижується якість продукції. Донедавна ці втрати або не помічали, або примирилися з ними. Сьогодні стало необхідним і можливим звести невиробничі втрати до мінімуму, а також поліпшити якість продукції.

За даними європейських експертів, вартість електроенергії, яка споживається кожний рік середнім двигуном у промисловості, майже в 5 разів перевищує його власну вартість. Очевидно, що за термін експлуатації двигуна (десятки років) енергетична складова набагато вища від складової, пов'язаної з капітальними витратами, у зв'язку з цим турбота про оптимізацію саме енергетичної складової є особливо важливою.

Сучасний рівень розвитку силової електроніки, мікропроцесорних засобів управління і контролю, засобів автоматичного регулювання дозволяє широко використовувати ці технічні досягнення для вирішення завдань енергозбереження. Застосування сучасних способів регулювання швидкості робочих механізмів у поєднанні з широкими можливостями автоматизації може забезпечити оптимальне використання енергетичних ресурсів.

4.2.2 Конструктивні рішення, характеристики перетворювачів частоти

Перетворювач частоти (по-іншому частотно-регульований електропривод) – це статичний перетворювальний пристрій, призначений для зміни швидкості обертання асинхронних електродвигунів змінного струму.

Асинхронні електродвигуни мають значну перевагу перед електродвигунами постійного струму за рахунок простоти конструкції і зручності обслуговування. Це обумовлює їх однозначну перевагу і широке використання практично в усіх галузях промисловості, енергетики і міської інфраструктурі.

Відомо, що регулювання швидкості обертання виконавчого механізму можна здійснювати за допомогою різних пристроїв (способів), серед яких найбільш відомі й поширені такі:

- механічний варіатор;
- гідравлічна муфта;
- електромеханічний перетворювач частоти (системи «генератор – двигун»);
- додатково введені в статор або фазний ротор опори та ін.;

– статичний перетворювач частоти.

Перші чотири способи відрізняються різними комбінаціями з такими недоліками, як складність у використанні, обслуговуванні, експлуатації; низька якість, вузький діапазон регулювання, низька економічність.

Усі зазначені недоліки відсутні під час використання перетворювачів частоти. Регулювання швидкості обертання асинхронного двигуна в цьому разі виконується шляхом зміни частоти і величини напруги живлення двигуна. Коефіцієнт корисної дії такого перетворення становить близько 98 %. З електричної мережі споживається практично лише активна складова струму навантаження. Мікропроцесорна система керування забезпечує високу якість керування електродвигуном і контролює безліч його параметрів, унеможливаючи розвиток аварійних ситуацій.

На рисунку 4.1 показана силова частина такого перетворювача: вхідний некерований випрямлювач – ланка постійного струму з LC-фільтром – автономний інвертор напруги з ШИМ.

Перетворювачі частоти забезпечують:

- оперативне ввімкнення (вимкнення), аварійне вимкнення,
- автоматичне повторне ввімкнення приводного двигуна;
- плавний частотний розгін із заданим темпом, формування заданих значень пускового струму і моменту;
- регулювання в заданому діапазоні або підтримку заданої швидкості обертання двигуна;
- автоматичне регулювання параметрів технологічного процесу, устаткування;

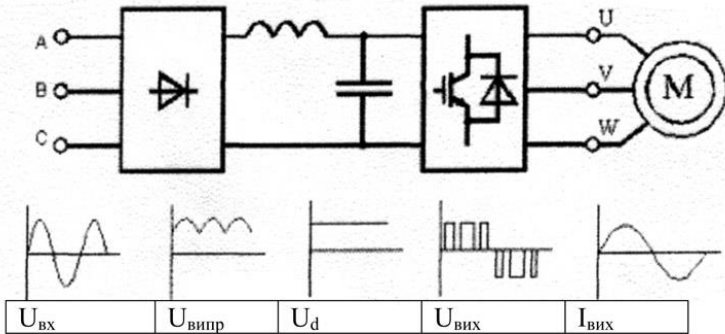


Рисунок 4.1 – Схема статичного перетворювача частоти

– зміну напрямку обертання (реверсування), гальмування двигуна;

– ефективний захист двигуна і механізмів в аварійних і нештатних режимах;

– дистанційне приймання та оброблення сигналів керування, задання параметрів і режимів, зокрема по каналу послідовного зв'язку від керувальних машин і систем вищого рівня;

– сигналізацію, відображення і дистанційне передавання інформації про параметри і режими роботи;

– автоматизацію і взаємозв'язане керування групами механізмів багатоагрегатних установок і комплексів;

– облік кількості спожитої електроенергії і відпрацьованого терміну.

Обладнання регульованого електропривода для високовольтних асинхронних електродвигунів (6,0 і 3,3 кВ) до недавнього часу базувалося зазвичай на перетворювачах частоти закордонного виробництва, переважно фірми Allen

Bradley (Канада), питома вартість яких на 1 кВт потужності становила 400–800 дол. США.

Останнім часом цей показник значно знизився, завдяки з'явленні на ринку регульованого електропривода російського і вітчизняного виробництва. Вартість витрат на впровадження регульованого електропривода знижена практично вдвічі.

Номенклатура регульованих електроприводів для низьковольтних електродвигунів (на напругу 0,4 кВ) до недавнього часу ґрунтувалася на імпортних перетворювачах частоти виробництва фірм Allen Bradley, ABB, Danfoss, Emotron, Hitachi, Siemens, Schneider Group, Mitsubishi Electric за питомої вартості від 110 дол. США/кВт до 250 дол. США/кВт. Сьогодні з'явилася можливість орієнтуватися на перетворювачі частоти, освоєні російськими і вітчизняними виробниками. За значно меншої питомої вартості – 90–100 дол. США/кВт вони не поступаються імпортним за своїми технічними параметрами, експлуатаційними якостями і показниками надійності.

Частотні перетворювачі забезпечують регулювання частоти обертання асинхронних двигунів потужністю 1,5–315 кВт, у діапазоні частот від 1 Гц до 100 Гц можуть працювати в режимі стабілізації частоти обертання в разі зміни навантаження або стабілізації навантаження зміною частоти обертання.

Керування:

- ручне, з підтриманням заданої частоти обертання за зміни навантаження; частотний пуск і гальмування в будь-яких потрібних режимах; темп пуску регулюється;
- від зовнішнього джерела напруги (струму);
- автоматичне регулювання частоти обертання електродвигуна (для підтримки потрібного режиму

технологічного параметра тиску, температури, подачі та ін.).

4.2.3 Основні переваги регульованого привода

Енергозбереження, що здійснюється за рахунок досягнення відповідності спожитої і необхідної потужності регулюванням швидкості обертання електродвигуна. Досвід упровадження та експлуатації показав, що витрата електроенергії зменшується на 30–60 %, а коефіцієнт потужності сягає величини 0,98, що значно перевищує коефіцієнт потужності тиристорних електроприводів аналогічного призначення (0,7).

Висока якість електроенергії, зокрема за рахунок істотного (порівняно з тиристорним) зменшення високих гармонік струму і напруги, що різко погіршують роботу електроспоживачів.

Висока надійність: напрацювання на відмову за даними експлуатації становить не менше ніж 25 000 годин, проектна довговічність – не менше ніж 15 років.

Широкі можливості інтеграції в системи автоматизованого керування (АСК ТП) за рахунок засобів комунікації – дискретних і аналогових входів (виходів), інтерфейсу з комп'ютером чи керувальною системою.

Зниження експлуатаційних витрат забезпечується за рахунок таких чинників:

– роботи механізмів на знижених частотах обертання та, як наслідок, зменшення циклічних, динамічних і вібраційних навантажень на підшипники, ущільнення, кріплення, фундаменти механізмів та електродвигунів із відповідним збільшенням їх ресурсу і міжремонтного пробігу;

- зниження механічних гідравлічних і електродинамічних навантажень при пусках і в перехідних режимах до рівня нешкідливих;
- унеможливлення стрибків струму в обмотках електродвигунів під час пусків та зниження величини пускових струмів до номінальних значень;
- підтримка оптимального гідравлічного режиму й унеможливлення гідравлічних ударів у трубопровідних системах та розривів трубопроводів під час пусків, припинення роботи насосів та в інших перехідних режимах;
- зменшення зношення трубопровідної арматури у зв'язку зі зняттям із них регулювальних функцій;
- виведення з наступним можливим демонтажем із роботи вентиляційних установок, регульованих заслінок, напрямних апаратів.

Як свідчить зарубіжна практика, економічний ефект від підвищення надійності, терміну експлуатації, міжремонтного ресурсу роботи устаткування (насосних і вентиляційних агрегатів, арматури і комутаційної електротехнічної арматури) за рахунок «бережливих» режимів роботи перевищує економічний ефект від економії електроенергії. За результатами обстеження Інституту енергетики США (EPRI) 83,7 % користувачів основною причиною застосування регульованого приводу назвали «надійність» роботи технологічної системи, її обладнання і «ефективність процесу». Лише 7,5 % привабила чиста «енергетична ефективність».

4.2.4 Сфери застосування регульованого електропривода

З багатьох сфер, у яких є потенційна можливість енергозбереження, можна виділити найбільш важливі й ефективні напрямки:

- широке впровадження частотно-регульованих асинхронних електроприводів у системах водопостачання, водовідведення, опалення і вентиляції для регулювання швидкості обертання насосів, вентиляторів, нагнітачів, компресорів і т. ін.;

- модернізація підйомно-транспортних механізмів (кранів, підйомників, ліфтів) установленням частотно-регульованих приводів;

- об'єкти житлово-комунального господарства і промислового комплексу, завданням яких є підтримка заданого рівня рідини в резервуарах (водозабірні й очисні споруди та інше);

- застосування в електроприводах змінного струму сучасних частотних перетворювачів із вбудованою функцією оптимізації енергоспоживання.

Досвід упровадження частотно-регульованих електроприводів на насосних станціях свідчить про їх вагомі переваги порівняно з нерегульованим електроприводом насоса. Ось зовсім не повний перелік переваг регульованого електропривода в насосних установках:

- зниження енергоспоживання до 60 %;
- зниження витрат води на 25 %;
- ліквідація гідроударів, які руйнують систему водопостачання;
- термін окупності нового обладнання становить 5–6 місяців.

Модернізація підйомно-транспортних механізмів

Застосування частотно-регульованих приводів у підйомно-транспортних механізмів дозволяє:

- підвищити енергетичні характеристики електроприводів порівняно з параметричними перетворювачами і реостатним регулюванням;

- істотно підвищити швидкість і якість регулювання швидкості;
- досягти плавності пуску і гальмування;
- підвищити комфортність керування за збереження навантаження;
- уникати різких поштовхів, що значно продовжує термін експлуатації підйомно-транспортних механізмів.

Ліфтове господарство

У ліфтових системах перехід до частотно-регульованого електропривода дозволяє значно (на 50–60 %) знизити витрату електроенергії, збільшити надійність роботи схеми завдяки обмеженню ударних моментів у перехідних режимах, забезпечити ергономічні потреби з обмеження ривків і прискорень, застосовувати більш дешеві асинхронні двигуни.

Застосовування електропривода для вирішення завдань підтримання рівня рідини в резервуарах

У системах підтримання заданого рівня рідини в резервуарі в разі використання нерегульованого електропривода завдання взагалі вирішується під час роботи двигуна в так званому «старт-стопному режимі», коли відбувається періодичне ввімкнення (вимкнення) двигуна в разі досягнення мінімальних (максимальних) значень рівня рідини. Використання частотно-регульованих асинхронних електроприводів дозволяє підтримати практично постійний рівень рідини незалежно від її витрати (припливу), виключити удари в системі, пов'язані з частими пусками двигуна, та знизити витрату електроенергії.

4.2.5 Оптимізації енергозбереження в частотно-регульованому приводі

Частотно-регульований електропривод має вбудовані функції оптимізації енергоспоживання. Сутність

у більш гнучкому керуванні напругою двигуна за зміни навантаження. Це дозволяє в деяких режимах додатково зекономити до 30 % спожитої енергії за рахунок зниження втрат у двигуні. Режим енергозбереження особливо актуальний для механізмів, які частину часу працюють зі зниженням навантаженням. Прикладом можуть бути конвеєри, насоси, вентилятори і т. ін. Ураховуючи той факт, що в багатьох випадках асинхронні двигуни вибирають з істотним запасом потужності і, отже, часто працюють із неповним навантаженням, можна чекати високої ефективності широкого використання енергозберіжних перетворювачів частоти.

Енергозберіжні електроприводи й засоби автоматизації можуть бути впроваджені на більшості промислових підприємств і у сфері ЖКГ:

- об'єктах комунального господарства, які перебувають у муніципальній власності: насосних станціях холодного і гарячого водопостачання, каналізаційних станціях, очисних спорудах, вентиляційних установках, ліфтах;

- на підприємствах, де виробництво пов'язане з великими витратами води, повітря, пара: в приводах насосів, нагнітачів, димососів, вентиляторів, повітродувок;

- на підприємствах, де нераціональна витрата електроенергії пов'язана з наявністю морально і фізично застарілого обладнання, а також із відсутністю сучасних швидкодіючих систем керування електроприводами і засобів автоматичного контролю і керування;

- на підприємствах, що експлуатують підйомно-транспортні механізми;

- в установках, які значну частину часу працюють зі зниженим навантаженням.

4.3 Зниження втрат енергії в електричних мережах

4.3.1 Види втрат енергії в електричних мережах

В Україні втрати в електричних мережах обумовлюються великими обсягами крадіжок електричної енергії з мереж, відсутністю систем обліку, який дозволяє використовувати її майже без обмежень, застарілим обладнанням електромереж, крадіжками оснащення.

В умовах зростаючої напруженості паливно-енергетичного балансу зниження втрат в електричних мережах стає одним із найважливіших джерел економії палива.

Втрати електроенергії в електричних мережах – найважливіший показник економічності їх роботи, наглядний індикатор стану системи обліку електроенергії, ефективності енергозбутової діяльності енергопостачальних організацій. Цей індикатор усе виразніше свідчить про проблеми, що накопичилися, які вимагають без відкладних рішень у сфері розвитку, реконструкції й технічного переозброєння електричних мереж, удосконалювання методів і засобів їх експлуатації та керування, підвищення точності обліку електроенергії, ефективності збору коштів за відпущену споживачам електроенергію і т. ін.

На думку міжнародних фахівців, відносні втрати електроенергії під час її передавання і розподілу в електричних мережах можна вважати задовільними, якщо вони не перевищують 4–5 %. Втрати електроенергії на рівні 10 % можна вважати максимально допустимими з погляду фізики передавання електроенергії мережами. Це підтверджується й докризовим рівнем втрат електроенергії в більшості енергосистем колишнього СРСР, який не перевищував зазвичай 10 %. Сьогодні цей рівень виріс у

1,5–2 рази, а в окремих електромережах – навіть у 3 рази. Зважаючи на це, а також на кризові явища в економіці України, проблема зниження втрат електроенергії в електричних мережах не лише не втратила своєї актуальності, а й, навпаки, набула першочергового значення з погляду забезпечення фінансової стабільності країни.

Прийнято розрізняти такі види втрат:

– звітні втрати електроенергії в енергосистемі (визначаються як різниця між кількістю електроенергії, відпущеної в мережу електростанціями і реалізованою електроенергією, обчисленою за сумою оплачених рахунків від споживача);

– розрахункові або технічні втрати (визначаються за відомими параметрами режимів роботи і параметрами елементів мережі), обумовлені витратою електроенергії на нагрівання провідників й створення електромагнітних полів;

– комерційні втрати (визначаються як різниця між звітними і технічними втратами), обумовлені недосконалістю системи обліку, неоднозначністю і неточністю зняття показань лічильників, похибкою використовуваних приладів обліку, нерівномірністю оплати за електроспоживання, розкраданнями і таке інше;

– технологічні втрати електроенергії в мережах (навантажувальні втрати в дротах ліній електропередач і обмотках силових трансформаторів підстанцій, втрати в залізі осердь трансформаторів на холостому ходу, втрати на корону дротів ліній електропередач, втрати на власні потреби, втрати в комплектуючих пристроях синхронних компенсаторах, статичних тиристорних компенсаторах та інше.

4.3.2 Аналіз втрат електроенергії в мережах. Цілі і завдання

Аналізують втрати електроенергії для вирішення таких завдань:

- виявлення й оцінювання резервів енергосистеми за зниження втрат електроенергії;
- виявлення і ранжування основних чинників, що визначають рівень втрат електроенергії;
- розроблення заходів щодо зниження втрат електроенергії, визначення їх ефективності та черговості впровадження;
- визначення комерційних втрат електроенергії;
- оцінювання результатів роботи (за показником втрат електроенергії) енергосистеми загалом, її підрозділів;
- підготовки й обґрунтування рішень із розвитку електричних мереж, упровадження енергозбережних заходів.

Основними формами аналізу втрат електроенергії є:

- складання балансів електроенергії за кожною підстанцією, електростанцією, підприємством й енергосистемою загалом;
- порівняння планових, звітних й розрахункових втрат електроенергії;
- аналіз зміни втрат за енергосистемою й окремими її підприємствами;
- аналіз зміни окремих складових втрат електроенергії з урахуванням зміни схем, режимів електричних мереж, структури відпускання електроенергії;
- порівняння звітних, планових нормованих і лімітованих складових балансу електроенергії (власні потреби, господарські й виробничі потреби);

- оцінювання фактичної ефективності окремих заходів щодо зниження втрат електроенергії, а також плану заходів загалом;
- виявлення залежності втрат електроенергії від основних чинників, що характеризують схему мережі й режими її роботи.

4.3.3 Заходи щодо зменшення втрат в електромережах

Щодо зниження втрат електроенергії розроблено безліч заходів. Складність проблеми вибору оптимального складу заходів привела до необхідності їх класифікації.

Заходи діляться на три групи: організаційні, технічні і заходи щодо вдосконалювання систем розрахункового й технічного обліку електроенергії. Організаційні заходи практично не вимагають для свого впровадження додаткових капіталовкладень. Технічні заходи вимагають капіталовкладень.

До організаційних відносять заходи щодо вдосконалювання експлуатаційного обслуговування електричних мереж та оптимізації робочих схем мереж і режимів їх роботи.

До технічних заходів відносять заходи щодо реконструкції, модернізації або будівництва мереж, заміни або установки додаткового обладнання.

Організаційні заходи

Оптимізація місць розмикання лінії 6 кВ із двобічним живленням

Це один із найбільш ефективних організаційних заходів щодо зниження втрат електроенергії в розподільних електричних мережах, особливо в міських мережах 6–10 кВ.

Оптимізація робочих напруг у центрах живлення розподільних електричних мереж

У радіальному режимі експлуатуються зазвичай мережі 6–35 кВ і частина мереж 110 кВ. Центрами живлення (ЦЖ) цих мереж є підстанції. Закони регулювання напруги в ЦЖ повинні забезпечувати мінімально можливі втрати енергії в мережі за допустимих відхилень напруги в споживачів. Відповідно до вимог ПУЕ для забезпечення допустимих відхилень напруги в мережах 380 У й 6–20 кВ необхідно на шинах 6–20 кВ ЦЖ підтримувати відхилення напруги не менше ніж +5 % у режимі найбільших навантажень ($V_T' > 5\%$) й не більше ніж номінальна напруга в режимі мінімальних навантажень ($V_T'' < 0\%$). Точні значення можуть бути одержані під час розрахунку режимів роботи цих мереж.

Однак для переважної більшості мереж припустимі за ДСТУ відхилення напруги в споживачів можуть бути забезпечені, якщо на шинах 6–20 кВ ЦЖ підтримуються відхилення $V_T' = 5\%$, $V_T'' = 0\%$, а в проміжних режимах – пропорційно зміні сумарного навантаження.

Вимкнення трансформаторів у режимах малих навантажень на підстанціях із двома й більше трансформаторами

Під час роботи підстанції за графіком мінімум наведених витрат на трансформацію електроенергії відповідає мінімуму втрат потужності в трансформаторах. Тому граничне значення навантаження, за якого доцільне вимкнення одного з трансформаторів, що паралельно працюють, визначається з рівності втрат потужності в n і $(n-1)$ трансформаторах.

Вимкнення одного з n однотипних трансформаторів доцільно в режимах, за яких навантаження трансформаторів

$$S \leq S_{HT} \cdot \sqrt{\frac{n \cdot (n-1) \cdot \Delta P_X}{\Delta P_K}},$$

де S_{HT} – номінальна потужність трансформатора, МВА;

ΔP_X – втрати х. х. у трансформаторі, кВт;

ΔP_K – втрати к. з. у трансформаторі, кВт.

Зниження витрати електроенергії на власні потреби підстанції

Економія витрати електроенергії на власні потреби підстанції забезпечується раціоналізацією режимів роботи електрообігрівання виробничого приміщення підстанції, оптимізацією режимів роботи вентиляторів обдуву трансформаторів і таке інше.

Значну економію забезпечує автоматичне відключення-включення пристрою електрообігрівання й обдуву. Досить перспективним є оснащення трансформаторів підстанції установками відбору тепла для теплопостачання будинків керування підстанції й інших приміщень.

Використання резервних паралельних ліній електромереж

Втрати електроенергії в лініях залежить від величин їх опорів і струму, що проходить у них. Опір діючих ліній можна вважати практично постійним. Звідси випливає, що для зменшення втрат електроенергії можливий один шлях – зменшення величини струму, цього можна досягти використанням у роботі паралельних резервних ліній.

Підвищення рівня робочої напруги

У мережах до 220 кВ включно існують технічні можливості зниження навантажувальних втрат потужності й енергії за рахунок підвищення рівня робочої напруги.

У разі підвищення рівня робочої напруги можуть трохи зрости втрати на корону, проте в лініях 110–220 кВ ці втрати незначні. Втрати на корону значні в лініях понад 330 кВ. Проте в цих лініях припустимі перенапруги ізоляції незначні, що обмежує використання такого заходу

зниження втрат електроенергії як підвищення напруги в лініях понад 330 кВ.

Розрахунки свідчать про можливість зниження втрат енергії до 1 % від сумарних втрат у системі за рахунок оптимізації режимів робочої напруги.

Скорочення терміну ремонту електромереж

Будь-яке устаткування під час експлуатації вимагає технічного обслуговування й ремонту. Під час проведення ремонту одного устаткування, навантаження на інше (резервне) збільшується, що значно збільшує втрати потужності. Втрати електроенергії від проведення ремонту основного устаткування прямо пропорційні терміну його проведення. Таким чином, значна тривалість ремонту призводить до значних втрат електричної енергії.

Економія електроенергії в трифазних мережах напругою до 1 000 В із несиметричним навантаженням

Характерною рисою режимів електричних мереж до 1 000 В є нерівномірність навантаження фаз, що приводить до зниження потужностей і збільшення втрат енергії. Так, за коефіцієнта асиметрії струмів, що дорівнює 2 %, у вузлах навантаження за потужності одноразового навантаження 0,18 й потужності симетричного навантаження 0,82 потужність у трансформатора в лінії 0,4 кВ зменшується на 13 %, а втрати напруги в найбільш навантаженій фазі зростають практично вдвічі порівняно із симетричним режимом.

Основною причиною такого явища, як несиметричне навантаження за фазами, є потужні однофазні електроприймачі й специфічні схеми електропостачання (наприклад, трифазні тягові мережі за заземленої фази діють у трифазній електричній мережі як двофазні навантаження). Звичайно випадки асиметрії в електричних мережах економічно обґрунтовані. Однак можливі випадки перевищення припустимих норм величини асиметрії за

технічними характеристиками оснащення. Для запобігання таким явищам використовують різні схемні рішення.

Втрати, обумовлені асиметрією навантаження, досягають 20 % сумарних втрат, тому необхідно застосовувати для їх зменшення замкнені схеми ліній 0,4 кВ, зменшувати опір струмам нульової фази, збільшувати переріз нульового проводу, використовувати батареї статичних компенсаторів, призначених для підвищення коефіцієнта потужності.

Заходи із симетричного навантаження розподільної мережі варто передбачати вже на стадії її проєктування. Для цієї мети в ТП 6–10/0,4 кВ бажано передбачати заміну живильного трансформатора зі схемою з'єднання обмоток зірка – зірка трансформатором зі схемою з'єднання обмоток зірка – зигзаг. Водночас втрати й вартість трансформатора зростають на 2–3 %. Але за рахунок вимкнення СП скорочуються втрати електроенергії на 5–8 % і відпадає необхідність у виробництві симетричного устаткування.

Передавання й розподіл електричної енергії по повітрянокабельних лініях у розподільних мережах 0,38–10 кВ

Помітну економію енергії в електричних мережах напругою 0,38–10 кВ дає перехід від повітряних ліній (ПЛ) у розподільних мережах низької й середньої напруги до штучно синтезованих конструкцій. Гібридну конструкцію, що поєднує кращі властивості ПЛ і кабельної лінії КЛ, називають повітрянокабельною лінією (ПКЛ). Остання є конструкцією, що складається з полегшених опор, на які підвішується спеціальний повітряний кабель (ПК). Конструкція ПК – це скручені струмопровідні ізоляційні жили в загальній оболонці, з несучим тросом, розміщеним або всередині цієї оболонки, або поза нею, спільно або в одному пучку з проводами, скрученими з несучим тросом. ПК можна виконати на посилених ізольованих

струмопровідних жилах, які є самонесучими, тобто без несучого троса. ПК призначений для підвищування на опорах полегшеного типу за допомогою спеціальної арматури.

Основну економію електричної енергії під час використання ПКЛ дає зниження втрат активної потужності й енергії безпосередньо в самій ПКЛ (внаслідок зменшення джерел реактивної потужності на ділянках мережі й підвищення напруги споживачів).

Технічні заходи

Як показують розрахунки, основний ефект у зниженні технічних втрат електроенергії може бути одержаний за рахунок технічного переозброєння, реконструкції, підвищення пропускної здатності і надійності роботи електричних мереж, збалансування їх режимів, тобто за рахунок упровадження капіталомістких заходів.

На сьогодні та найближчу перспективу найбільш ефективними залишаються такі заходи, як оптимізація режимів електричних мереж за активною та реактивною потужністю, регулювання напруги в мережах, оптимізація завантаження трансформаторів, виконання робіт під напругою тощо.

Установлення та введення в роботу пристроїв компенсації реактивної потужності

Під час упровадження цього заходу необхідну потужність конденсаторної батареї розраховують за формулою

$$\Delta Q_K = P_{\text{сеп}} \cdot (tg \varphi_1 - tg \varphi_2),$$

де $P_{\text{сеп}}$ – середня активна потужність, кВт;

$tg \varphi_1$ – середньозважене значення коефіцієнта реактивної потужності до компенсації;

$tg\varphi_2$ – середньозважене значення коефіцієнта реактивної потужності після компенсації.

Заміна проводів й кабелів на перевантажених лініях

Дані про втрати в ділянках розподільної мережі, одержані в результаті розрахунку, дозволяють виявити ділянки із завищеними втратами. Для цих ділянок можна запропонувати застосувати кабелі більшого перерізу.

Зниження енергії визначають за формулою

$$\Delta A_{ЗК} = \sum_{i=1}^n (\Delta A_{СТ} - \Delta A_{НОВ}),$$

де $\Delta A_{СТ}$ – значення втрат за старого перерізу, МВт;

$\Delta A_{НОВ}$ – значення втрат за нового перерізу, МВт.

Оскільки втрати енергії в лінії пропорційні її опору, то можна знайти втрати для кожної заміненої ділянки:

$$\Delta A_H = \Delta A_{СТ} \cdot \frac{r_{0H}}{r_{0СТ}},$$

де r_{0H} – питомий опір нового кабеля, Ом/км;

$r_{0СТ}$ – питомий опір старого кабеля, Ом/км.

До пріоритетних заходів щодо зниження технічних втрат електроенергії в розподільних електричних мережах 0,4–35 кВ відносять:

– використання 10 кВ як основної напруги розподільної мережі;

– збільшення частки мереж із напругою 35 кВ;

– скорочення радіуса дії та будівництво ПЛ (0,4 кВ) у трифазному виконанні на всій довжині;

– застосування самонесучих ізольованих й захищених проводів для ПЛ напругою 0,4–10 кВ;

– використання максимального припустимого перерізу дротів в електричних мережах напругою 0,4–10 кВ

з метою адаптації їх пропускної здатності до росту навантажень упродовж усього терміну служби;

- розроблення й упровадження нового, більш економічного, електроустаткування, зокрема, розподільних трансформаторів зі зменшеними активними й реактивними втратами холостого ходу;

- застосування стовпових трансформаторів малої потужності (6–10/0,4 кВ) для скорочення довжини мереж напругою 0,4 кВ й втрат електроенергії в них;

- більш широке використання пристроїв автоматичного регулювання напруги під навантаженням, засобів місцевого регулювання напруги для підвищення якості електроенергії та зниження її втрат;

- комплексна автоматизація й телемеханізація електричних мереж, застосування комутаційних апаратів нового покоління, засобів дистанційного визначення місць ушкодження в електричних мережах для скорочення тривалості неоптимальних ремонтних й після аварійних режимів, пошуку й ліквідації аварій;

- підвищення достовірності вимірів в електричних мережах на основі використання нових інформаційних технологій, автоматизації оброблення телеметричної інформації.

Необхідно сформулювати нові підходи до вибору заходів щодо зниження технічних втрат і оцінювання їх ефективності в умовах акціонування енергетики, коли рішення щодо фінансування засобів ухвалюють уже не з метою досягнення максимуму «народногосподарського ефекту», а з метою одержання максимуму прибутку для конкретного підприємства.

Заходи щодо вдосконалення систем обліку електроенергії

В умовах відсутності інвестицій на розвиток, реконструкцію й техпереозброєння електричних мереж стає

все більш очевидним, що кожна вкладена гривня в удосконалювання системи обліку сьогодні окупається значно швидше, ніж витрати на підвищення пропускної здатності мереж й навіть на компенсацію реактивної потужності. Удосконалювання обліку електроенергії в сучасних умовах дозволяє одержати прямий і досить швидкий ефект. Зокрема, за оцінками фахівців, лише заміна старих, переважно «малоамперних» однофазних лічильників класу 2,5 на нові класу 2,0 підвищує ефективність системи збирання коштів за споживання електроенергії на 10–20 %.

Вирішальне значення під час вибору тих або інших заходів щодо вдосконалювання обліку й місць їх упровадження мають розрахунки й аналіз припустимих й фактичних небалансів електроенергії на електростанціях, підстанціях тощо.

Основним й найбільш перспективним рішенням проблеми зниження комерційних втрат електроенергії є розроблення, створення й широке використання автоматизованих систем контролю й обліку електроенергії (АСКОЕ), зокрема для побутових споживачів.

Однак ефективне впровадження АСКОЕ – завдання довгострокове й дороге, вирішення якого можливе лише поетапним розвитком системи обліку, її модернізації, метрологічного забезпечення вимірів електроенергії, удосконалювання нормативної бази.

На сьогодні до першочергових завдань необхідно віднести:

- здійснення комерційного обліку електроенергії на основі розроблених для енергооб'єктів й атестованих методик виконання вимірів (МВВ);
- періодичне калібрування (перевірка) лічильників індукційної системи з метою визначення їх похибки;

- заміна індукційних лічильників на електронні (за винятком побутових індукційних однофазних лічильників);
- створення нормативної й технічної бази для періодичної перевірки вимірювальних трансформаторів струму й напруги в умовах експлуатації з метою оцінювання їх фактичної похибки;
- створення пільгової системи оподаткування для підприємств, що виготовляють АСКОЕ та енергозбережне устаткування;
- удосконалення правової основи для запобігання розкраданням електроенергії, жорсткість громадської та кримінальної відповідальності за ці розкрадання, як це має місце в промислово розвинених країнах;
- створення нормативної бази для ліквідації «безгосподарських» споживачів й електричних мереж, забезпечення беззбиткових умов їх прийняття на баланс й обслуговування енергопостачальними організаціями;
- створення законодавчої й технічної бази для впровадження приладів обліку електроенергії з передплатою.

Висновки до розділу 4

Великий потенціал енергозбереження сконцентрований у сферах виробництва, транспортуванні та споживанні електроенергії. До 90 % цього потенціалу припадає на сферу електроспоживання, тому основні зусилля з енергозбереження повинні бути спрямовані саме на цю сферу.

Серед споживачів електричної енергії найбільш перспективним є електропривод, який здійснює практично усі технологічні операції, пов'язані з перетворенням електричної енергії на механічну, споживаючи більше ніж 65 % вироблюваної енергії.

Вартість електроенергії, що споживається кожний рік середньої потужності двигуном у промисловості, майже в 5 разів перевищує його власну вартість. За термін експлуатації електродвигуна (десятки років) енергетична складова набагато перевищує капітальні витрати.

Застосування сучасних способів регулювання швидкості робочих механізмів у поєднанні з широкими можливостями силової електроніки, мікропроцесорних засобів керування, контролю та автоматизації повинно забезпечити оптимальне використання енергетичних ресурсів.

Витрати електроенергії в електричних мережах – важливий показник ефективності їх роботи, наглядний індикатор стану систем електропостачання. В Україні втрати енергії в електричних мережах обумовлюються великими об'ємами крадіжок електричної енергії з мереж, відсутністю систем обліку (що дозволяє споживати її майже без обмежень), застарілим обладнанням електромереж тощо. Негайного вирішення потребують проблеми, що накопичились у сфері розвитку, реконструкції й технічного переозброєння електричних мереж, удосконалення методів і способів їх експлуатації та керування, підвищення точності обліку електроенергії, ефективності збору коштів за відпущену електроенергію і таке інше.

Контрольні запитання до розділу 4

- 1 Як заощадити електроенергію на побутовому рівні?
- 2 Які електроприлади споживають найбільше енергії?
- 3 Які умови ефективного використання електроенергії на освітлення приміщень?

4 Яким чином звичайний мешканець будівлі (квартири) може зробити свій внесок у зменшення витрати електроенергії?

5 Пристрої для регулювання швидкості обертання виконавчих машин, механізмів тощо.

6 Що таке частотно-регульований електропривод і де його застосовують?

7 Назвіть сфери використання частотно-регульованого електропривода.

8 Переваги регульованого електропривода перед нерегульованими асинхронними двигунами.

9 Перешкоди на шляху широкого впровадження регульованого електропривода.

10 Підприємства-виготовлювачі частотно-регульованих електричних приводів.

11 За рахунок яких факторів зменшуються енерговитрати в разі використання регульованого привода?

12 Перспективи використання частотно-регульованого електропривода в ліфтовому господарстві.

13 Оптимізація енергоспоживання самим частотно-регульованим електроприводом.

14 Які види втрат енергії в електричних мережах?

15 Назвіть заходи щодо зниження втрат енергії в електричних мережах.

16 Що ви розумієте під технологічними втратами енергії в електричних мережах?

17 Комерційні втрати електроенергії. Чим вони обумовлені?

18 Які ви знаєте способи компенсації реактивної потужності?

19 Заходи щодо вдосконалення систем обліку електроенергії.