

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕХНІЧНИЙ КОЛЕДЖ
ЛУЦЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ



ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

для студентів напрямку підготовки 6.050701 «Електротехніка та електротехнології» спеціальності 5.05070103 «Електропостачання»
денної форми навчання



ЛУЦЬК 2015

УДК 621.31(07)
Е62

До друку _____ Голова Навчально-методичної ради Луцького НТУ.
(підпис)

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозитарій Луцького НТУ _____ директор бібліотеки.
(підпис)

Затверджено Навчально-методичною радою Луцького НТУ, протокол №__ від «__» _____ 20__ року.

Затверджено Навчально-методичною радою ТК ЛНТУ, протокол №__ від «__» _____ 20__ року.
_____ Голова навчально-методичної ради ТК ЛНТУ
(підпис)

Розглянуто і схвалено на засіданні циклової комісії викладачів зі спеціальності «Електропостачання», протокол №__ від «__» _____ 20__ року.

Укладач: _____ викладач С.П. Літковець
(підпис)

Рецензент: _____ к.т.н., доцент Луцького НТУ М.В. Петухов
(підпис)

Відповідальний за випуск: _____ викладач С.П. Літковець
(підпис)

Енергозбереження [Текст]: конспект лекцій для студентів напряму підготовки 6.050701 «Електротехніка та електротехнології» спеціальності Е62 5.05070103 «Електропостачання» денної форми навчання / уклад. С.П. Літковець. – Луцьк : ТК Луцького НТУ, 2015. – 72 с.

Видання містить відомості про енергетичну безпеку України, паливно-енергетичні ресурси, енергетичний аудит та енергетичний менеджмент, енергозберігаючі технології в різних галузях народного господарства, ліміти та паспортизацію об'єктів енергоспоживання, класи енергетичної ефективності споживачів, екологічні аспекти енергозбереження.

Призначене для студентів спеціальності 5.05070103 «Електропостачання» денної форми навчання.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	4
Розділ 1. ЕНЕРГЕТИЧНА БЕЗПЕКА УКРАЇНИ	5
1.1. Енергозбереження. Проблема енергетичної ефективності національної економіки. Енергетична безпека, як складова національної безпеки України	5
1.2. Пріоритетні напрямки енергозбереження	6
1.3. Електроенергетика України, її стан та перспективи розвитку	10
1.4. Державна політика та правове регулювання енергозбереження.....	16
Розділ 2. ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНІ РЕСУРСИ	19
2.1. Паливно-енергетичні ресурси та основні шляхи підвищення ефективності їх використання.....	19
2.2. Паливно-енергетичний комплекс та структура постачання первинної енергії в Україні	20
2.3. Класифікація вторинних енергетичних ресурсів. Стан та ефективність використання вторинних енергетичних ресурсів	21
Розділ 3. ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ	24
3.1. Призначення, предмет та об'єкт енергетичного аудиту.....	24
3.2. Методологія енергетичного аудиту	25
3.3. Основні етапи енергетичного аудиту	27
3.4. Заощадження первинних та вторинних енергоресурсів	29
3.5. Оцінка витрат при впровадженні рекомендацій енергоаудитора	31
3.6. Складання звіту з енергетичного аудиту	32
Розділ 4. ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ	39
4.1. Поняття енергетичного менеджменту. Обов'язки енергоменеджера та вимоги до нього.....	39
4.2. Етапи енергетичного менеджменту.....	42
Розділ 5. ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ В РІЗНИХ ГАЛУЗЯХ НАРОДНОГО ГОСПОДАРСТВА	43
5.1. Актуальні задачі енергозбереження	43
5.2. Енергозбереження засобами електропривода	44
5.3. Енергозбереження в житлово-комунальному господарстві. Децентралізоване енергопостачання	48
Розділ 6. ЛІМІТИ ТА ПАСПОРТИЗАЦІЯ ОБ'ЄКТІВ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ, КЛАСИ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СПОЖИВАЧІВ	52
6.1. Ліміти енергоспоживання та їх практичне виконання	52
6.2. Паспортизація енергоспоживаючих об'єктів	56
6.3. Класи енергетичної ефективності будівель та їх визначення	58
Розділ 7. ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ	60
7.1. Екологічні аспекти енергозбереження.....	60
7.2. Відновлювальні джерела енергії. Основні технології відновлюваної енергетики	62
7.3. Вплив енергетичних об'єктів на навколишнє середовище	66
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	69

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АЕС	Атомна електростанція
АТЕЦ	Атомна теплоелектроцентрально
АВН	Акумуляційні водонагрівачі
ВВП	Валовий внутрішній продукт
ВДЕ	Відновлювані джерела енергії
ВЕР	Вторинні енергетичні ресурси
ВЕС	Вітрова електростанція
ВЕУ	Вітрова електроустановка
ВНП	Валовий національний продукт
ВЯП	Відпрацьоване ядерне паливо
ГАЕС	Гідроакумуюча електростанція
ГВП	Гаряче водопостачання
ГЕС	Гідроелектростанція
ЄС	Європейський Союз
ЖКГ	Житлово-комунальне господарство
ІТП	Індивідуальний тепловий пункт
КЕС	Конденсаційна електростанція
ЛЕП	Лінія електропередач
МГЕС	Мала гідроелектростанція
МЕА	Міжнародне енергетичне агентство
НАНУ	Національна академія наук України
НПДЕ	Нетрадиційні та поновлювані джерела енергії
ОЕС	Об'єднана енергетична система
ОЕСР	Організація економічного співробітництва та розвитку
ПЕБ	Паливно-енергетичний баланс
ПЕК	Паливно-енергетичний комплекс
ПЕР	Паливно-енергетичні ресурси
РНБОУ	Рада національної безпеки та оборони України
СЕП	Система електропостачання
СЕС	Сонячна електростанція
СНД	Співдружність незалежних держав
ССВЯП	Суше сховище відпрацьованого ядерного палива
ТВЕЛ	Тепловиділяючий елемент
ТЕС	Тепло електростанція
ТЕЦ	Тепло електроцентрально
ТНУ	Тепло-насосна установка
УГД	Установка гідродинамічна
УЗД	Ультразвукова діагностика
ЦСВЯП	Централізоване сховище відпрацьованого ядерного палива

Розділ 1.

ЕНЕРГЕТИЧНА БЕЗПЕКА УКРАЇНИ

1.1. Енергозбереження. Проблема енергетичної ефективності національної економіки. Енергетична безпека, як складова національної безпеки України

Енергозбереження – діяльність (організаційна, наукова, практична, інформаційна), яка спрямована на раціональне використання та економне витрачання первинної та перетвореної енергії і природних енергетичних ресурсів в національному господарстві і яка реалізується з використанням технічних, економічних та правових методів.

Механізм енергозбереження – реалізація законодавчих, правових, організаційних, технічних, економічних, наукових та інформаційних заходів, які направлені на ефективне використання енергетичних ресурсів та покращення стану навколишнього середовища.

Енергетична ефективність – характеристика устаткування, технології, виробництва або системи в цілому, що свідчить про ступінь використання енергії на одиницю кінцевого продукту. Енергетична ефективність оцінюється як кількісними показниками (кількість енергії на одиницю кінцевого продукту), так і якісними (низька, висока). Підвищення енергетичної ефективності досягається шляхом реалізації системи організаційних та технічних заходів.

Енергозберігаюча технологія – метод виробництва продукції з раціональним використанням енергії, який дає можливість одночасно зменшити енергетичне навантаження на навколишнє природне середовище і кількість енергетичних відходів, одержуваних при виробництві та експлуатації виготовленого продукту.

Енерговикористання – природне або цілеспрямоване використання енергії різних видів на стадіях життєвого циклу об'єкту (виробу, продукції, процесу) і при наданні послуг на даному рівні розвитку суспільства.

Енергоємність валового внутрішнього продукту (ВВП) – основний показник ефективності економіки – в Україні значно вища, ніж у промислово розвинених країнах. Це є наслідком певної технологічної відсталості, недосконалої галузевої структури вітчизняної економіки та впливу її «тіньового» сектору. Така ситуація обмежує конкурентоспроможність національного виробництва і лягає важким тягарем на економіку – тим паче, за умов її зовнішньої енергетичної залежності. На відміну від країн Заходу, де енергозбереження є елементом економічної та екологічної доцільності, для України це – питання виживання, оскільки досі не вирішено проблему як внутрішнього збалансованого платоспроможного споживання, так і імпорту паливно-енергетичних ресурсів.

Енергозбереження має суттєвий вплив на енергетичну безпеку держави, оскільки неефективне внутрішнє споживання паливно-енергетичних ресурсів вимагає великих обсягів (майже 50%) їх імпорту, що призводить до значної

залежності від країн-експортерів. Разом із тим потенціал енергозбереження в Україні становить понад 45% обсягу споживання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР). Його реалізація дозволить в більшості випадків зняти гостроту проблеми зовнішньої енергетичної залежності.

Низька енергетична ефективність стала одним з основних чинників кризових явищ в українській економіці. У структурі витрат на виробництво промислової продукції в першій половині 90-х рр. майже втричі зросла вартісна складова енергоресурсів у матеріальних витратах на цю продукцію, сягнувши 42% їх загального обсягу. Зростання питомої ваги витрат на паливо та енергію зумовлено істотним зростанням вартості імпортованих енергоресурсів упродовж означеного періоду, що стало причиною низької рентабельності виробництва. Низька рентабельність стала, в свою чергу, однією з причин вимивання обігових коштів з економіки, сприяючи таким чином її бартеризації та іншим негативним наслідкам в умовах переходу до ринкових відносин і є однією з основних причин кризових явищ у національній економіці, і їх наслідком.

У результаті прийнятих на державному рівні зусиль в Україні спостерігається певне поліпшення ситуації, пов'язаної з енергетичною ефективністю. Якщо енергоємність ВВП протягом 1990 – 1996 рр. зросла на 42% і майже стабілізувалася у 1997 – 1999 рр., то з 2000 року спостерігається її істотне зменшення, причому вперше в історії України зростання ВВП було досягнуто за одночасного скорочення споживання первинних ПЕР.

Отже, одним із основних напрямів удосконалення системи енергозабезпечення України має стати підвищення ефективності використання палива та енергії.

Стратегічні цілі політики з енергозбереження полягають: в докорінній перебудові технологічної, економічної та нормативно-правової бази виробництва, перетворення, транспортування та використання паливно-енергетичних ресурсів у галузях економіки і соціальної сфері з метою радикального зменшення їх витрат та підвищення показників енергетичної ефективності до рівня промислово розвинених країн.

Проведення активної енергозберігаючої політики є важливим фактором, що гарантуватиме стає і ефективне забезпечення енергоресурсами економіки України та її енергетичну, а отже, і національну безпеку.

1.2. Пріоритетні напрямки енергозбереження

Стратегічними напрямками та заходами з енергозбереження в основних енергоємних галузях промисловості, сільському та житлово-комунальному господарстві, на транспорті та в будівництві України є:

– **чорна металургія.** Підвищення рівня використання вторинних енергетичних ресурсів, заміна природного газу іншими видами палива, зниження енергоємності та матеріалоємності виробництва, підвищення якості металу та металопрокату, впровадження нових способів та розширення масштабів використання існуючих енергозберігаючих технологій, обладнання,

підвищення частки застосування безвідходних технологій;

– **кольорова металургія.** Суттєві резерви енергозбереження має алюмінієва промисловість. Пріоритетним напрямом енергозбереження в цій галузі є створення і впровадження у виробництво технологічних процесів і агрегатів з повним внутрішнім теплообміном, що забезпечує найменші втрати тепла. Також ефективним є підвищення частки вторинної кольорової металургії;

– **вугільна промисловість.** Створення нової і модернізація існуючої техніки та технології видобування та переробки вугілля, в тому числі за рахунок застосування способів переведення вугілля в рухомий стан енергією вибуху та вібрації. Використання методів газифікації, особливо для низькосортного та високо-зольного вугілля. Використання шахтного метану як палива, вдосконалення систем електропривода, у тому числі збільшення коефіцієнта завантаження, та вибір типу привода, обмеження режиму неробочого ходу, впровадження статичних регуляторів швидкості двигунів. Переробка та використання відходів вуглезбагачення як палива, зменшення його втрат. Використання вторинних енергетичних ресурсів (ВЕР) для теплофікації та виробництва холоду. Вентиляція шахт, підвищення безпеки вуглевидобутку;

– **машинобудування та металообробка.** Впровадження в сталеливарне та чавуноливарне виробництво позапічної обробки металу, використання кисневого дуття, поліпшення якості шихти та попереднє її нагрівання перед виплавою, оснащення вагранок дворядними формами та пристроями для підігріву дуття дозволяють значно знизити витрати палива на цих виробництвах, в тому числі коксу на 20-30%. Зменшення витрат електроенергії на 20-25% при виплавці сталі в електродугових печах можна здійснити за рахунок обладнання печей більш потужними трансформаторами (500 – 600 кВА), використання паливно-кисневих пальників при розплавленні шихти, позапічної доводки розплавленого металу. Впровадження таких енергетично ефективних технологічних процесів, як електролітичне шліфування, ультразвукове, електроіскрове та електрохімічне оброблення металу, електропроменеве та дифузійне зварювання, здійснення заміни механічної обробки на холодну штамповку та гарячу накатку, оброблення металу твердосплавним та алмазним інструментом, дозволяє знизити витрати електроенергії на 20-25% від загального обсягу її споживання у виробничих процесах металообробки. Переведення технологічних процесів гальванізації, миття та сушки з пари на гарячу воду. Розробка та використання обладнання для замкнутих, маловідходних та безвідходних технологічних процесів. Використання теплових вторинних енергоресурсів (тепла відхідних газів, фізичного тепла шлаку та нагрітих виробів, тепла пари та конденсату тощо). Заміна морально та фізично застарілих компресорних станцій на більш енергетично ефективні та їх децентралізація. Запровадження автоматичних систем регулювання витрат та тиску повітря. Підігрів стисненого повітря перед використанням вторинними енергоресурсами на 30-50 °С. Заміна традиційних процесів термообробки на прогресивні з використанням концентрованих джерел електронагріву (лазерного, плазмового) високочастотної та імпульсної індукції дозволяють зменшити питомі витрати електроенергії на 80 – 120 кВт·год на 1 т металу;

– **нафтогазова промисловість.** Удосконалення технологічних процесів видобутку нафти для зменшення питомих витрат енергоресурсів. Підвищення питомої ваги газопроводів великого діаметру та з підвищеним тиском, зниження гідравлічних втрат, охолодження природного газу, оптимізація режимів транспортування газу, зниження втрат за рахунок поліпшення стану парку агрегатів для перекачування газу, раціональне використання вторинних енергетичних ресурсів, застосування електропривода замість газотурбінного;

– **нафтопереробна промисловість.** Впровадження сучасних енергозберігаючих технологій та обладнання, що дозволить при поглибленні переробки нафти до 85-90% уникнути значного підвищення споживання паливно-енергетичних ресурсів. Підвищення рівня рекуперації тепла на установках атмосферної перегонки та використання тепла відхідних газів після гідроочищення газойлю. Збільшення частки теплообмінних агрегатів у технологічній схемі підігрівання сировини, зменшення витрат нафти та нафтопродуктів під час впровадження автоматичних систем для наливних резервуарів;

– **хімічна та нафтохімічна промисловість.** Модернізація діючих та впровадження нових енергозберігаючих і ресурсозберігаючих технологій виробництва. Докорінна реконструкція котельних установок та вдосконалення технологічних схем. Підвищення рівня використання горючих та теплових вторинних енергетичних ресурсів;

– **електроенергетика.** Модернізація, реконструкція та оновлення фізично зношеного обладнання, підвищення ефективності його експлуатації, зменшення питомих витрат палива на виробництво електричної та теплової енергії, впровадження нових енергозберігаючих технологій виробництва енергії (парогенераторні установки, котли з циркулюючим киплячим шаром тощо). Зниження втрат енергії в мережах електропостачання, вирішення проблеми покриття змінних електричних навантажень;

– **сільське господарство.** Оптимізація структури посівних площ за рахунок збільшення посівів мало енергоємних культур (ячмінь, горох) та зменшення посівів енергоємних (бурак, кукурудза) з одночасним підвищенням їх врожайності. Поліпшення структури тваринництва та птахівництва за рахунок виведення високопродуктивних порід тварин та птиці. Запровадження принципово нових напрямків розвитку сільськогосподарського виробництва, орієнтованих на ресурсозберігаючі та енергозберігаючі технології, сучасні технічні засоби для їх реалізації, зокрема використання нетрадиційних і поновлюваних джерел енергії;

– **харчова промисловість.** Підвищення обсягів виробництва продукції та ритмічній її випуск. Впровадження сучасного енергозберігаючого обладнання. Найбільшим споживачем енергоресурсів харчової промисловості є цукрові заводи, на яких необхідно вдосконалювати технологічні та теплові процеси виробництва та введення в дію нових технологій та устаткування, зокрема технології паливного етанолу, виробництво високооктанової кисневмісної добавки до бензинів тощо.

– **промисловість будівельних матеріалів.** Удосконалення існуючого і

впровадження нового енергозберігаючого устаткування та енергетично ефективних технологій у процесах виробництва; впровадження сучасних систем обліку та контролю за використанням енергоресурсів; підвищення ступеня утилізації вторинних енергетичних ресурсів. Наприклад, на цементних заводах доцільним є впровадження технології сухого способу виробництва цементу з використанням вугілля як основного палива; на скловарних заводах економія палива досягається шляхом вдосконалення конструкцій скловарних печей та зростання їх потужності, а при виробництві віконного скла передбачається перехід на технологію термічного формування та організація виробництва сонцезахисного та теплозахисного скла;

– **житлово-комунальне господарство.** Проведення реконструкції, уніфікації та автоматизації котельень. Підвищення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів за рахунок сучасних схем і систем енергопостачання. Розвиток децентралізованого теплопостачання для зниження втрат теплової енергії під час її транспортування до споживачів. Виключення можливості крадіжок енергоресурсів, зокрема, електричної та теплової енергії. Обладнання приладами обліку використання енергоресурсів будинків, споруд та інших об'єктів житлово-комунального господарства (ЖКГ). Створення стандартів теплоізоляції будинків та споруд. Проведення організаційних заходів, спрямованих на стимулювання діяльності побутових підприємств щодо скорочення непродуктивних витрат палива та енергії. Збільшення вартості енергоресурсів до економічно обґрунтованого рівня з запровадженням одночасної компенсації на їх оплату найбільш незахищеним верствам населення. Зниження втрат енергоресурсів, що сприятиме більш повному задоволенню попиту населення на житлово-комунальні послуги. Термомодернізація будинків та споруд. Створення та використання побутових систем та приладів з низьким енергоспоживанням, а також здійснення автоматичного управління режимами їх роботи. Оснащення енергоприймачів регульовальними та вимірювальними пристроями. Проведення широкої рекламної кампанії щодо використання приладів домашнього та культурно-побутового призначення з найменшим енергоспоживанням;

– **будівництво.** Впровадження нових енергозберігаючих технологій і матеріалів, перехід на енергетично ефективне будівництво та енергозберігаючі конструкції для різкого зниження енергоємності галузі.

– **транспорт.** Одним із напрямків скорочення енерговитрат на залізничному транспорті є зниження маси рухомого складу, для чого найефективнішим є застосування алюмінієвих сплавів як конструкційних матеріалів для вантажних вагонів, використання вантажних вагонів з параболічним дном. Іншим напрямком є збільшення вантажопідйомності вагонів, одиничної потужності локомотивів, використання бортових автоматичних систем управління рухом тощо. На водному транспорті доцільно використовувати гвинти з протилежним обертанням. Суттєвому скороченню витрат світлих нафтопродуктів при вантажних перевезеннях сприяє поліпшення логістики та експлуатація автомобілів, що працюють на зрідженому чи скрапленому газі. Також необхідно підтримувати оптимальну завантаженість

вантажного автотранспорту для зменшення витрат палива і збільшувати використання автомобілів вантажопідйомністю до 2 т та вантажних автомобілів з поліпшеними аеродинамічними характеристиками кузовів. В легковому автомобільному транспорті необхідно застосовувати нові енергозберігаючі технології, в тому числі гібридні силові установки. Доцільним є перехід на електромобілі.

1.3. Електроенергетика України, її стан та перспективи розвитку

Об'єднана енергетична система (ОЕС) – сукупність електростанцій, електричних та теплових мереж, інших об'єктів електроенергетики, що об'єднані спільним режимом виробництва, передачі та розподілу електричної та теплової енергії при їх централізованому управлінні.

В 2011 році протяжність електричних мереж в Україні становила понад 1 млн. км повітряних та кабельних ліній електропередачі (ЛЕП) напругою 6-750 кВ. Створення потужних електростанцій обумовили розвиток системоутворюючих мереж – ліній електропередачі 220, 330, 400, 500 і 750 кВ змінного та 800 кВ постійного струму. Існуючі системоутворюючі електричні мережі об'єднаної енергетичної системи забезпечують майже у повному обсязі необхідний перерозподіл енергетичних потоків і видачу потужності атомних електростанцій (АЕС). Лише Рівненська атомна електростанція не може забезпечити видачу потужностей усіх енергоблоків. З цією метою здійснюється будівництво лінії електропередачі 750 кВ Рівненська АЕС – Київська з розширенням підстанції 750 кВ «Київська».

Розподіл електроенергії в ОЕС України здійснюють 24 обласні, Автономної Республіки Крим, міст Києва та Севастополя акціонерні енергопостачальні компанії. Транспортування електричної енергії від енергогенеруючих до енергопостачальних компаній магістральними та розподільчими електромережами держави забезпечує НАК «Укренерго».

Об'єднана енергетична система об'єднує 8 регіональних електроенергетичних систем: Дніпровську (Кіровоградська, Дніпропетровська, Запорізька області), Донбаську (Донецька та Луганська області), Західну (Львівська, Волинська, Закарпатська, Рівненська, Івано-Франківська області), Кримську (Автономна Республіка Крим), Південну (Херсонська, Миколаївська, Одеська області), Південно-Західну (Тернопільська, Вінницька, Чернівецька, Хмельницька області), Північну (Сумська, Полтавська, Харківська області) та Центральну (Київська, Чернігівська, Житомирська, Черкаська області), що пов'язані між собою системоутворюючими та міждержавними високовольтними лініями електропередач.

ОЕС України працює синхронно (паралельно) з енергетичними системами Білорусі, Російської Федерації та Молдови, а через «Бурштинський енергоострів» з ОЕС Польщі, Словаччини, Угорщини та Румунії, що дозволяє експортувати електроенергію як в країни колишнього СРСР, так і в країни Центральної та Східної Європи.

Західна енергосистема України належить до енергосистем, що мають значні профіцитні енергогенеруючі потужності. Для експорту електроенергії закордон вона утворює «Бурштинський енергоострів», що працює в єдиній енергосистемі Європейського союзу. Його утворює Бурштинська електростанція разом із прилеглою до неї електромережею та власними споживачами електроенергії в межах Закарпатської та частково Івано-Франківської та Львівської областей. Покриття навантаження споживачів «Бурштинського енергоострова» здійснюється, крім Бурштинської теплоелектростанції (ТЕС), Калуською теплоелектроцентральною (ТЕЦ) і Теребле-Ріцькою гідроелектростанцією (ГЕС).

В «енергоострові» сформовані електричні зв'язки напругою 220, 400 і 750 кВ, а саме:

– з угорською енергосистемою: одна ЛЕП 750 кВ, одна ЛЕП 400 кВ, дві ЛЕП 220 кВ;

– з словацькою енергосистемою: одна ЛЕП 400 кВ;

– з румунською енергосистемою: одна ЛЕП 400 кВ.

Крім того в Західній енергосистемі Добровірівська ТЕС – задіяна для експорту електроенергії в Польщу.

Однією з основних проблем об'єднаної енергосистеми України є необхідність заміни близько 20% ЛЕП та близько 19% обладнання підстанцій, що відпрацювало свій ресурс. Ці проблеми призводять до понаднормових втрат електроенергії під час її транспортування.

В Україні побудовано п'ять атомних електростанцій: Чорнобильська, Південноукраїнська, Хмельницька, Запорізька та Рівненська, а також існує чотири недобудовані АЕС: Харківська атомна теплоелектроцентраль (АТЕЦ), Одеська АТЕЦ, Кримська АЕС та Чигиринська АЕС.

26 квітня 1986 року на енергоблоці №4 Чорнобильської АЕС сталася аварія – техногенна катастрофа, в результаті якої був повністю зруйнований реактор і відбувся великий викид радіоактивних речовин. Протягом 1991 – 2000 років енергоблоку Чорнобильської АЕС були по чергово закриті. 15 грудня 2000 року розпочався процес зняття зупинених енергоблоків з експлуатації.

За кількістю ядерних реакторів Україна посідає дев'яте місце в світі та п'яте в Європі. В Україні діють чотири атомні електростанції з 15 енергоблоками (12 енергоблоків було збудовано в СРСР), які виробляють 40-50% від загального обсягу електроенергії в Україні. В 2010 році частка АЕС у виробленні електроенергії в Україні складала 47,4%.

Запорізька АЕС (м. Енергодар, Запорізької області) з 6 енергоблоками загальною потужністю 6000 МВт є найпотужнішою в Європі та виробляє близько половини електроенергії, що виробляється на АЕС України. За підсумками роботи в 2000 році Запорізька АЕС визнана однією з трьох найкращих атомних станцій світу, що повністю відповідають вимогам МАГАТЕ (Міжнародне агентство з атомної енергії). На Запорізькій АЕС побудоване сухе сховище відпрацьованого ядерного палива (ССВЯП), технологія якого базується на зберіганні відпрацьованих паливних збірників у вентильованих бетонних контейнерах, розташованих на майданчику в межах атомної станції. Проектний

обсяг ССВЯП для Запорізької АЕС – 380 контейнерів, що забезпечить на найближчі 50 років зберігання відпрацьованих паливних збірників, які будуть вилучатися з реакторів протягом усього терміну експлуатації станції. Аналогічні сховища планують побудувати на інших АЕС.



Рис. 1.1 – Запорізька АЕС – найбільша електростанція Європи

Південноукраїнська АЕС (м. Южноукраїнськ, Миколаївської області) з 3 енергоблоками загальною потужністю 3000 МВт виробляє близько 25% електроенергії, виробленої на АЕС України. Потужності АЕС достатньо для того, щоб задовольнити потреби в електроенергії населення, промисловості та сільського господарства Миколаївської, Херсонської, Одеської областей та АР Крим на 96%.

Рівненська АЕС (м. Кузнецовськ, Рівненської області) з 4 енергоблоками загальною потужністю 2835 МВт протягом останніх років виробляє близько 16% електроенергії, що виробляється на АЕС України.

Хмельницька АЕС (м. Нетішин, Хмельницької області) з 2 енергоблоками загальною потужністю 2000 МВт, основне призначення якої – покриття дефіциту електричних потужностей в Західному регіоні України, виробляє близько 9% електроенергії, що виробляється на АЕС України.

Задоволення потреб сировини для атомної енергетики України на 30% досягається за рахунок розробки нині діючих родовищ – Ватутінського, Центрального, Мічурінського і введення в дію Новоколятинського родовища.

Розвіданими запасами урану Україна забезпечена на багато десятиліть. Після вирішення питання з налагодження власного виробництва тепловиділяючих елементів (ТВЕЛів), рішення якого знаходиться у практичній площині, Україна може бути незалежною від зовнішніх факторів у виробництві як мінімум половини річного обсягу електроенергії за рахунок АЕС.

Важливою проблемою ядерної енергетики залишається заховання радіоактивних відходів, так званого відпрацьованого ядерного палива (ВЯП). Україна до теперішнього часу продовжує вивозити ВЯП для його подальшого зберігання до Російської Федерації, на що держава витрачає сотні мільйонів

доларів на рік. Крім того, перероблені відходи повинні повертатися до України, оскільки за міжнародними угодами ядерні відходи мають бути захороненні на території країни, де утворилися. З 2001 року ведуться переговори між НАЕК «Енергоатом», українським урядом, іноземними компаніями та інвесторами, щодо будівництва Централізованого сховища відпрацьованого ядерного палива (ЦСВЯП) у чорнобильській зоні відчуження, але будівництво досі не розпочато.

Постійний контроль за станом безпеки атомних електростанцій здійснюють: Міністерство енергетики та вугільної промисловості України, НАЕК «Енергоатом», Державна служба України з надзвичайних ситуацій, Український гідрометеорологічний центр.

Міжнародний контроль за діяльністю АЕС України постійно здійснює МАГАТЕ, періодично надаючи звіти та рекомендації.

ТЕС є основними станціями, що забезпечують електричною енергією споживачів в напівпіковій і, разом з ГЕС та ГАЕС, у пікові години.

Найбільші теплоелектростанції розташовані: на Донбасі (Вуглегірська, Зуївська, Курахівська, Луганська, Старобешівська, Слов'янська), Придніпров'ї (Запорізька, Криворізька, Придніпровська), в Харківській (Зміївська), Івано-Франківській (Бурштинська), Вінницькій (Ладижинська), Київській (Трипільська) та Львівській (Добротвірська) областях з встановленими електричними потужностями 500 – 2820 МВт. Найсучасніша в Україні ТЕС введена в експлуатацію в 2013 році в Алчевську (ТЕС Алчевського металургійного комбінату) встановленою електричною потужністю 303 МВт.

Найбільші теплоелектроцентралі розташовані: в Харківській області (Харківська ТЕЦ-5), Києві (Київська ТЕЦ-5, Київська ТЕЦ-6, Дарницька ТЕЦ), Северодонецьку (Северодонецька ТЕЦ), Кременчуці (Кременчуцька ТЕЦ), Черкасах (Черкаська ТЕЦ), Чернігові (Чернігівська ТЕЦ), Білій Церкві (Білоцерківська ТЕЦ), Краматорську (Краматорська ТЕЦ), Шостці (ТЕЦ «Свема»), Калуші (Калуська ТЕЦ), Херсоні (Херсонська ТЕЦ), Есхарі (Харківська ТЕЦ-2), Одесі (Одеська ТЕЦ) з встановленими електричними потужностями 68 – 700 МВт. Сучасні ТЕЦ в Україні побудовані в 2006 – 2009 роках в Новояворівську (Новояворівська ТЕЦ), Горлівці (ТЕЦ «Стирол»), Донецьку (ТЕЦ шахти ім. Засядька) та Кіровограді (ТЕЦ «Кіровоградолія») з встановленими електричними потужностями 25 – 36,35 МВт.

До найбільших гідроелектростанцій (ГЕС) та гідроакмулюючих електростанцій (ГАЕС) України відносяться: електростанції Дніпровського та Дністровського каскадів, Ташлицька ГАЕС та Теремле-Ріцька ГЕС.

Значний обсяг виробленої на ГЕС України електроенергії становить електроенергія, вироблена **каскадом ГЕС на Дніпрі**, до складу якого входять 6 гідроелектростанцій: Київська (м. Вишгород, 408,5 МВт), Канівська (м. Канів, 444 МВт), Кременчуцька (м. Світловодськ, 632 МВт), Дніпродзержинська (м. Дніпродзержинськ, 352 МВт), Дніпровська (м. Запоріжжя, 1569 МВт) та Каховська (м. Нова Каховка, 351 МВт). До складу Дніпровського каскаду входить також Київська ГАЕС з встановленими потужностями: 235,5 МВт – в турбінному режимі та 135 МВт – в насосному режимі, принцип роботи якої полягає в наступному: коли споживання електроенергії скорочується

(наприклад, в нічний час), перекачується вода з нижнього басейну у верхній, тобто накопичується (акумулюється) вода, а в часи пікових навантажень перетворюється енергія цієї води в електричну, пропускаючи воду через турбіни, виробляючи більше електроенергії.

В Україні працюють ГЕС та ГАЕС, що побудовані на **Дністровському каскаді**: Дністровська ГЕС-1 (м. Новодністровськ, Чернівецька область, 702 МВт), Дністровська ГЕС-2 (с. Нагоряни, Вінницька область, 40,8 МВт) та Дністровська ГАЕС (с. Розкопинці, Чернівецька область). Основними функціями Дністровської ГАЕС є регулювання частоти та графіка навантажень в енергосистемі України, формування аварійного резерву. Потужність гідроагрегатів складає 648 МВт в турбінному режимі та 842 МВт в насосному режимі. Після добудови Дністровська ГАЕС повинна стати найпотужнішою ГАЕС Європи та однією з найпотужніших у світі з встановленими потужностями: 2268 МВт в турбінному та 2947 МВт в насосному режимах.

Ташлицька ГАЕС (м. Южноукраїнськ, Миколаївська область) розташована на річці Південний Буг. Встановлена потужність ГАЕС становить: 300 МВт в турбінному та 450 МВт в насосному режимах. Ташлицька ГАЕС крім покриття пікових навантажень в Південно-Західній частині ОЕС України, призначена для забезпечення надійного базисного режиму роботи Південноукраїнської АЕС.

Теребле-Ріцька ГЕС (Хустський район, Закарпатська область) є частиною «Бурштинського енергоострова». Вона споруджена в гірській частині Закарпаття та має встановлену потужність 27 МВт.

Окрім ГЕС та ГАЕС, в державі експлуатуються так звані малі гідроелектростанції (МГЕС). Потужність МГЕС в Україні становить до 10 МВт. Згідно з сучасною міжнародною класифікацією до малих ГЕС відносяться гідроелектростанції потужністю від 1 до 30 МВт, до міні-ГЕС – від 100 до 1000 кВт, до мікро-ГЕС – не більше 100 кВт. Мала гідроенергетика набула значного розвитку в Європі та світі: в Швеції виробництво електроенергії на малих ГЕС становить майже 3%, Швейцарії – 8,3%, Австрії – 10%, Китаї – 18-20%.

Виробництво електроенергії на малих ГЕС, не зважаючи на дещо вищу собівартість електроенергії в порівнянні з великими ГЕС, дозволяє економити значні обсяги паливно-енергетичних ресурсів. Окрім вироблення електроенергії МГЕС захищають прилеглі населені пункти від повеней, сприяють їх нормальному водопостачанню, розвитку рибного господарства. Станом на 2011 рік в Україні працювало близько 70 малих ГЕС, більшість з яких розташовані в Західній, Північній та Центральній Україні та побудовані в 50-х – 60-х роках ХХ століття. Вони характеризуються повним або істотним спрацюванням гідроагрегатного, гідротехнічного, електросилового устаткування та недостатнім використанням засобів автоматики та контролю.

В 2009 році в Україні було введено в експлуатацію 2 малих ГЕС в Черкаській та Чернівецькій областях. В 2010 – 2011 роках розпочалось будівництво близько 10 МГЕС в Карпатах. За експертними даними в Україні є можливість отримати додатково близько 2000 МВт встановленої маневреної потужності на відроджених та побудованих малих гідроелектростанціях. Дуже

перспективними є Закарпатська та Львівська області, де зосереджено близько 70% гідропотенціалу річок України.

Найбільшими вітровими електростанціями (ВЕС) України є: Богієвська (с. Приморський Посад, Запорізька область, 200 МВт), Новоазовська (с. Безіменне, Донецька область, 79,3 МВт), Очаківська (с. Дмитрівка, Миколаївська область, 37,5 МВт), Краснодонська (Краснодонський район, Луганська область, 25 МВт), Останинська (АР Крим, 25 МВт), Мирновська (с. Криловка, АР Крим, 20,8 МВт), Донузлавська (сmt. Новоозерне, АР Крим, 17,2 МВт), Тарханкутська (сmt. Чорноморське, АР Крим, 15,5 МВт), Східницька (сmt. Східниця, Львівська область, 0,8 МВт).

Східницька ВЕС (або Трускавецька ВЕС) має статус пілоотної: на її базі проводяться досліди з ефективності побудови вітроелектростанцій в Карпатах. Близько 40% територій України є придатними для генерування енергії з вітру. Найвищий вітроенергетичний потенціал мають узбережжя Чорного та Азовського морів, Південний берег Криму, вершини Карпатських та Кримських гір, а також територія Донбасу.

Найбільшими сонячними електростанціями (СЕС) України є: Перове (с. Ключі, АР Крим, 105,56 МВт), Охотникове (с. Охотникове, АР Крим, 80 МВт), Дунайська (с. Долинівка, Одеська область, 43,14 МВт), Старокозача (с. Старокозаче, Одеська область, 42,95 МВт), Болград (м. Болград, Одеська область, 34,14 МВт), Митяєво (с. Митяєво, АР Крим, 31,55 МВт), Ірлявська (с. Ірлява, Закарпатська область, 10 МВт), Самбірська (с. Ралівка, Львівська область, 10 МВт), Скадовська (сmt. Лазурне, Херсонська область, 10 МВт), Родникове (с. Родникове, АР Крим, 7,5 МВт). Всі з вказаних електростанції були побудовані після 2010 року.

СЕС «Перове» станом на 2012 рік є найпотужнішою фотоелектричною сонячною електростанцією в світі.

Попри екологічну чистоту отримуваної енергії, самі фотоелементи містять отруйні речовини, наприклад, свинець, кадмій, галій, миш'як та інші, а для їхнього виробництва необхідні інші небезпечні речовини. Сучасні фотоелементи мають обмежений термін служби, що складає 30 – 50 років, в результаті чого через певний час виникнуть проблеми, пов'язані з їхньою утилізацією. Додаткові складнощі викликає також очищення поверхні фотопанелей від пилу та інших забруднень.

Основними споживачами електричної енергії ОЕС України станом на 2011 рік є: промисловість – 55,6%, населення – 25,5%, житлово-комунальне господарство – 16,5%, сільське господарство – 2,4%.

Для покращення енергозабезпечення господарств України слід застосовувати енергозберігаючі технології на всіх виробничих об'єктах, дотримуватися суворого режиму економії електроенергії у виробництві, транспорті, в сільському та житлово-комунальному господарствах, побуті. Актуальною є проблема реконструкції старих та спорудження нових екологічно чистих електростанцій.

1.4. Державна політика та правове регулювання енергозбереження

Оснoву державної політики з енергозбереження в національній економіці становить системний розвиток законодавства. Базовим у цій сфері є **Закон України «Про енергозбереження» від 1.07.94 №74/94-ВР.**

(Із змінами, внесеними згідно із Законами

N 783-XIV (783-14) від 30.06.99, ВВР, 1999, N 34, ст.274

N 2509-IV (2509-15) від 05.04.2005, ВВР, 2005, N 20, ст.278

N 3260-IV (3260-15) від 22.12.2005, ВВР, 2006, N 15, ст.126

N 3421-IV (3421-15) від 09.02.2006, ВВР, 2006, N 22, ст.199

N 760-V (760-16) від 16.03.2007, ВВР, 2007, N 23, ст.301

N 1026-V (1026-16) від 16.05.2007, ВВР, 2007, N 34, ст.444

N 3038-VI (3038-17) від 17.02.2011, ВВР, 2011, N 34, ст.343

N 4318-VI (4318-17) від 12.01.2012, ВВР, 2012, N 39, ст.464

N 4845-VI (4845-17) від 24.05.2012, ВВР, 2013, N 16, ст.138

N 5463-VI (5463-17) від 16.10.2012, ВВР, 2014, N 4, ст.61).

Він передбачає систему інституційних, регулятивних та заохочувальних заходів щодо режиму ощадного використання паливно-енергетичних ресурсів. Нині врегульовано практично всі положення **Закону України «Про енергозбереження»**, які вимагали подальшої конкретизації підзаконними актами. Він визначає правові, економічні, соціальні та екологічні основи енергозбереження для всіх громадян, підприємств, об'єднань та організацій, розташованих на території України.

У цьому Законі вживаються такі поняття:

Енергозберігаюча політика – адміністративно-правове і фінансово-економічне регулювання процесів видобування, переробки, транспортування, зберігання, виробництва, розподілу та використання паливно-енергетичних ресурсів з метою їх раціонального використання та економного витрачання.

Енергоефективні продукція, технологія, обладнання – продукція або метод, засіб її виробництва, що забезпечують раціональне використання паливно-енергетичних ресурсів порівняно з іншими варіантами використання або виробництва продукції однакового споживчого рівня чи з аналогічними техніко-економічними показниками.

Енергозберігаючі (енергоефективні) заходи – заходи, спрямовані на впровадження та виробництво енергоефективних продукції, технологій та обладнання.

Енергоефективний проект – проект, спрямований на скорочення енергоспоживання, а саме: реконструкція мереж і систем постачання, регулювання і облік споживання води, газу, теплової та електричної енергії, модернізація огорожувальних конструкцій та технологій виробничих процесів.

Менеджмент з енергозбереження – система управління, спрямована на забезпечення раціонального використання споживачами паливно-енергетичних ресурсів.

Нетрадиційні та поновлювані джерела енергії – джерела, що постійно існують або періодично з'являються в навколишньому природному середовищі у

вигляді потоків енергії Сонця, вітру, тепла Землі, енергії морів, океанів, річок, біомаси.

Метою законодавства про енергозбереження є: регулювання відносин між господарськими суб'єктами, а також між державою і юридичними та фізичними особами у сфері енергозбереження, пов'язаної з видобуванням, переробкою, транспортуванням, зберіганням, виробленням та використанням паливно-енергетичних ресурсів, забезпечення заінтересованості підприємств, організацій та громадян в енергозбереженні, впровадженні енергозберігаючих технологій, розробці і виробництві менш енергоємних машин та технологічного обладнання, закріплення відповідальності юридичних і фізичних осіб у сфері енергозбереження.

Основними принципами державної політики у сфері енергозбереження є:

1. Створення державою економічних і правових умов заінтересованості в енергозбереженні юридичних та фізичних осіб.

2. Здійснення державного регулювання діяльності у сфері енергозбереження на основі застосування економічних, нормативно-технічних заходів управління.

3. Пріоритетність вимог енергозбереження при здійсненні господарської, управлінської або іншої діяльності, пов'язаної з видобуванням, переробкою, транспортуванням, зберіганням, виробленням та використанням паливно-енергетичних ресурсів.

4. Наукове обґрунтування стандартизації у сфері енергозбереження та нормування використання паливно-енергетичних ресурсів, необхідність дотримання енергетичних стандартів та нормативів при використанні палива та енергії.

5. Створення енергозберігаючої структури матеріального виробництва на основі комплексного вирішення питань економії та енергозбереження з урахуванням екологічних вимог, широкого впровадження новітніх енергозберігаючих технологій.

6. Обов'язковість державної експертизи з енергозбереження.

7. Популяризація економічних, екологічних та соціальних переваг енергозбереження, підвищення громадського освітнього рівня у цій сфері.

8. Вирішення проблем енергозбереження у поєднанні з реалізацією енергетичної програми України, а також на основі широкого міждержавного співробітництва.

9. Стимулювання раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів шляхом комбінованого виробництва електричної та теплової енергії (когенерації).

10. Поступовий перехід до масового застосування приладів обліку та регулювання споживання паливно-енергетичних ресурсів.

11. Обов'язковість визначення постачальниками і споживачами обсягу відпущених паливно-енергетичних ресурсів за показаннями приладів обліку споживання паливно-енергетичних ресурсів у разі їх наявності.

12. Запровадження системи енергетичного маркування електрообладнання побутового призначення.

Об'єктами правового регулювання законодавства про енергозбереження є: відносини у сфері функціонування енергетичного господарства України, проектування, створення та впровадження наукових та конструкторських розробок, пов'язаних з підвищенням ефективності використання палива та енергії, інформаційного забезпечення народного господарства та населення з проблем енергозбереження, а також у сфері управління та контролю за використанням паливно-енергетичних ресурсів.

Суб'єктами правового регулювання відносин у сфері енергозбереження є юридичні та фізичні особи, в результаті діяльності яких здійснюються:

- проведення енергозберігаючої політики та заходів щодо енергозбереження в усіх галузях економіки – промисловості, транспорті, будівництві, сільському господарстві тощо, соціальній сфері та побуті, а також у сфері міждержавного та міжнародного співробітництва;

- видобування, переробка, транспортування, виробництво, зберігання та використання всіх видів палива, теплової та електричної енергії, інших ресурсів природного чи штучного походження в частині використання паливно-енергетичних ресурсів;

- проведення енергетичного аудиту;

- виробництво та поставка енергетичного та енергоспоживаючого обладнання, машин, механізмів, конструкційних, будівельних матеріалів та іншої продукції, приладів обліку, контролю і регулювання витрачання енергоресурсів;

- науково-дослідні, проектно-конструкторські, експертні, спеціалізовані, монтажні, налагоджувальні, ремонтні та інші види робіт і послуг, пов'язані з підвищенням ефективності використання та економії паливно-енергетичних ресурсів;

- роботи, пов'язані з розвитком і використанням нетрадиційних поновлюваних джерел енергії, вторинних енергетичних ресурсів, процесів заміщення дефіцитних видів палива;

- визначення пріоритетних напрямів екологічно чистої енергетики і створення нових джерел енергії та видів палива;

- інформаційне забезпечення народного господарства та населення з проблем енергозбереження і використання нових джерел енергії та видів палива;

- створення ефективних систем управління енергозбереженням.

Органи державного управління у сфері енергозбереження в Україні, які створені у 1995 – 1996 роках: Держкоменергозбереження та Державна інспекція з енергозбереження та її територіальні органи.

Для забезпечення основних стратегічних напрямків та заходів з енергозбереження в галузях економіки до 2030 року було розроблено та затверджено Енергетичну стратегію України на період до 2030 року, розпорядженням Кабінету Міністрів України «Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2030 року» від 24.07.2013 №1071-р.

Діяльність у сфері енергозбереження в Україні відповідає міжнародній практиці відповідно до Хартії та Договору до Енергетичної Хартії з питань енергетичної ефективності і суміжних екологічних аспектів, ратифікованих Верховною Радою України у 1998 році. Основою практичної реалізації політики енергозбереження в національній економіці є державні програми енергозбереження.

З досвіду реалізації централізованих програм енергозбереження розвиненими країнами у 80-х роках ХХ століття відомо, що реальний ефект від їх реалізації в масштабах країни у 10-20 разів перевищує очікуваний. Це можна пояснити значним впливом конкретної політики держави, зокрема, створенням системи фінансування енергозбереження і певним тиском на управлінців, які приймають рішення на рівні регіональних органів влади та підприємств.

Розділ 2.

ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНІ РЕСУРСИ

2.1. Паливно-енергетичні ресурси та основні шляхи підвищення ефективності їх використання

Паливно-енергетичні ресурси – сукупність всіх природних і перетворених видів палива та енергії, які використовуються в національному господарстві.

Рациональне використання паливно-енергетичних ресурсів – досягнення максимальної ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів при існуючому рівні розвитку техніки та технології і одночасному зниженні техногенного впливу на навколишнє природне середовище.

Економія паливно-енергетичних ресурсів – відносне скорочення витрат паливно-енергетичних ресурсів, що виявляється у зниженні їх питомих витрат на виробництво продукції, виконання робіт і надання послуг встановленої якості.

Основними шляхами підвищення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) є:

- впровадження нового енергетично ефективного обладнання;
- впровадження нових енергозберігаючих технологій;
- удосконалення існуючих технологій і обладнання для переробки сировини та матеріалів і, як наслідок, підвищення якості продукції;
- заміщення і вибір найефективніших енергоносіїв;
- зменшення втрат сировини та матеріалів;
- скорочення втрат енергоресурсів;
- вжиття організаційно-технічних заходів, удосконалення обліку та контролю за витратами енергоресурсів;
- урахування економічних, правових та інших чинників зниження рівнів енергоспоживання.

Норми питомих витрат палива та енергії – регламентована величина питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів для даного виробництва, процесу, даної продукції, роботи, послуги.

Прямі витрати паливно-енергетичних ресурсів – втрата паливно-енергетичних ресурсів поза технологічними процесами (вид нераціонального використання паливно-енергетичних ресурсів).

2.2. Паливно-енергетичний комплекс та структура постачання первинної енергії в Україні

Паливно-енергетичний комплекс – сукупність галузей промисловості, що забезпечують країну паливом, електричною та тепловою енергією. Паливно-енергетичний комплекс (ПЕК) здійснює видобуток і переробку різних видів паливних та енергетичних ресурсів – вугільних, нафтових газових, ядерних, торфових, біологічних тощо. До основних складових частин ПЕК відносять: електроенергетику, нафтогазовий комплекс (нафтова, нафтопереробна, газова промисловості) та вугільну промисловість.

Енергетичний баланс – система показників, що відбиває повну кількісну відповідність між надходженням і витратою енергії та характеризує ефективність використання енергії у національному господарстві в цілому чи на окремих ділянках (регіон, підприємство, процес, установка тощо) за певний інтервал часу

Паливно-енергетичний баланс (ПЕБ) може складатися по:

- стадіях енергетичного потоку (видобування, переробка, транспортування, зберігання та кінцеве використання);
- енергетичному устаткуванню та об'єктах (електростанції, котельні, нафтопереробні заводи тощо);
- використанню (корисна енергія, втрати);
- територіальному розрізу;
- галузях економіки та промисловості, транспорту тощо;
- економіці в цілому.

Ступінь енергозабезпечення є одним із головних чинників, що визначають рівень економічного та науково-технічного розвитку кожної держави. В енергетичному балансі України переважають природний газ, вугілля та атомна енергія. В 2013 році в Україні розподіл між основними енергоресурсами мав вигляд: вугілля в структурі постачання первинної енергії займало 36%, газ – 34%, атомна енергія – 19%, нафта – 8%, відновлювані джерела енергії (ВДЕ) – 3% (рис. 2.1). До ВДЕ відносять геотермальну, сонячну, вітрову, гідроенергію та біопаливо. Частка ВДЕ у структурі постачання первинної енергії в Україні у 2013 році хоча залишалась низькою, але зросла на 0,7% порівняно з 2012 роком.

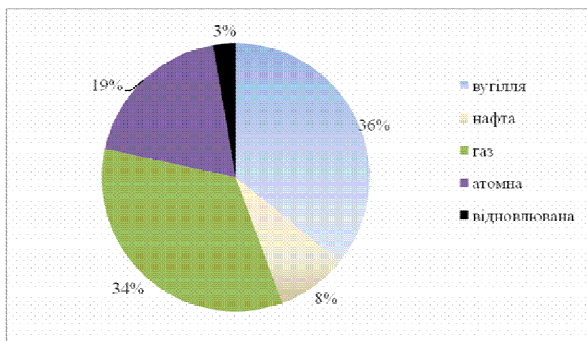


Рис. 2.1 – Структура постачання первинної енергії в Україні за 2013 рік

2.3. Класифікація вторинних енергетичних ресурсів. Стан та ефективність використання вторинних енергетичних ресурсів

Використання вторинних енергетичних ресурсів (ВЕР) передбачає не тільки економію палива, інтенсифікацію технологічних процесів, захист від оточуючого середовища від забруднення технологічними викидами і шкідливими газами, а і підвищення економічності промислового виробництва в цілому.

Частина первинної та перетвореної енергії в технологічному процесі, яка виділяється за межі агрегату, складає вторинні енергетичні ресурси. ВЕР – це тепло пари, гарячої води, газу і палив, яке отримується в основному технологічному процесі, як вторинний (допоміжний) продукт, який можна використати для господарських потреб. При цьому регенерація тепла розглядається як першочерговий напрямок утилізації тепла.

Вторинні енергетичні ресурси – енергетичний потенціал продукції, відходів, побічних і проміжних продуктів, який утворюється в технологічних агрегатах (установках, процесах) і не використовується в самому агрегаті, але може бути частково або повністю використаний для енергопостачання інших агрегатів (процесів).

Енергетичний потенціал – це наявність певного запасу енергії у вигляді хімічно зв'язаного тепла, фізичного тепла, потенційної енергії надлишкового тиску й напору, кінетичної енергії тощо.

Хімічно зв'язане тепло продуктів паливо-переробних установок (нафтопереробних, газогенераторних, коксувальних, вуглезбагачувальних та інших), а також теплова енергія відходів, що використовуються для підігріву потоків, що надходять в агрегат-джерело ВЕР (регенерація, рекуперация), не належать до вторинних енергетичних ресурсів.

Вихід вторинних енергетичних ресурсів – це кількість вторинних енергоресурсів, які утворилися в даній установці за певну одиницю часу і придатні до використання в даній період часу.

Вторинні енергетичні ресурси є результатом енергетичної недосконалості технологічного процесу виробництва. Тому необхідно знижувати їх вихід за допомогою повнішого використання палива на самому технологічному агрегаті. В цьому полягає основне завдання підвищення ефективності теплотехнічних виробництв та найповнішого використання ВЕР. Ідеальною організацією виробничого процесу є створення безвідходного за матеріалами та технологією виробництва.

Виробництвом за рахунок вторинних енергетичних ресурсів називається кількість тепла, холоду, електроенергії, що отримана за рахунок ВЕР в утилізаційній установці.

Виробництво за рахунок ВЕР поділяються на:

- **можливе виробництво** – максимальна кількість енергії, яку можна одержати при роботі установки;
- **економічно доцільне виробництво** – виробництво з врахуванням ряду економічних факторів (собівартість, витрати праці і т. д.);
- **плановане виробництво** – кількість енергії, яку передбачається одержати в певний період при введенні в експлуатацію або модернізації наявних утилізаційних установок;
- **фактичне виробництво** – енергія, реально отримана за звітний період.

Використання ВЕР споживачем може здійснюватися безпосередньо без зміни виду енергоносія або за рахунок перетворення його в інші види енергії, або виробітку тепла, холоду, механічної роботи в утилізаційних установках.

Отже, незважаючи на те, що утилізація ВЕР нерідко пов'язана з додатковими капітальними вкладеннями та збільшенням чисельності обслуговуючого персоналу, використання ВЕР є економічно доцільним та необхідним. Термін окупності капітальних вкладень в утилізаційні установки на нафтопереробних та нафтохімічних заводах становить в середньому 0,8 – 1,5 роки. Таким чином, підвищення рівня утилізації ВЕР забезпечує не тільки значну економію палива, капітальних вкладень і запобігання забруднення навколишнього середовища, а й суттєве зниження собівартості продукції нафтопереробних та нафтохімічних підприємств.

ВЕР поділяються на три основні групи:

– **горючі** – це горючі гази та відходи одного виробництва, які можуть бути застосовані безпосередньо у вигляді палива на інших виробництвах. До них відносяться: тріска, тирса, стружка (у деревообробній промисловості); тверді та рідкі паливні відходи хімічної та нафтопереробної промисловості; доменний газ (у металургійній промисловості).

Головні труднощі, що виникають при використанні горючих ВЕР – домішки, які можуть забруднювати навколишнє середовище, викликати корозію котельної апаратури, осідати на поверхні водогрійних труб.

– **теплові** – це фізична теплота відхідних газів основної та побічної продукції виробництва; золи та шлаку, гарячої води та пари; робочих тіл систем охолодження технологічних установок.

Теплові ВЕР в залежності від температури поділяють на: високопотенціальні та низькопотенціальні.

Високопотенціальні теплові ВЕР (з температурою вище 120 °С) використовують для вироблення пари в котлах-утилізаторах.

Низькопотенціальні теплові ВЕР (з температурою 50-120 °С) використовують в основному для роботи енергетичних установок (підігрів води для котельних установок). Основні труднощі їх використання – великі капітальні витрати для передачі тепла і забруднення домішками.

Одним з перспективних напрямків використання тепла слабо нагрітих вод є застосування так званих теплових насосів, які працюють за тим же принципом, що і компресорний агрегат у домашньому холодильнику. Тепловий насос відбирає тепло від скидної води й акумулює теплову енергію при температурі близько 90 °С, іншими словами, ця енергія стає придатною для використання в системах опалення та вентиляції. Ефективним є використання низькопотенціальних теплових ВЕР для отримання штучного холоду в холодильних машинах.

Велика кількість теплової енергії втрачається при так званому «скиданні» промислових стічних вод, що мають температуру 40-60 °С і більше, при відведенні димових газів температурою 200-300 °С, а також у вентиляційних системах промислових та громадських будівель, тваринницьких комплексів. Особливо значні обсяги теплових ВЕР у чорній металургії, газовій, нафтопереробній та нафтохімічній промисловості.

При правильному використанні теплових ВЕР, що утворилися у вигляді тепла газів, що відходять, технологічних агрегатів, тепла основної та побічної продукції, досягається значна економія палива. Вартість теплової енергії, отриманої в утилізаційних установках, нижче витрат на виробництво такої ж кількості теплової енергії в основних енергоустановках.

– **надлишкового тиску** – це потенційна енергія газів, рідин і сипучих тіл, що залишають технологічні агрегати з надлишковим тиском, який необхідно знижувати перед наступною ступінню використання цих рідин, газів, сипучих тіл або при викиді в атмосферу, водойми, емоності та інші приймачі. Сюди також відноситься надлишкова кінетична енергія.

ВЕР надлишкового тиску перетворюються на механічну енергію, яка або використовується безпосередньо для приводу машин і механізмів, або перетворюється в електричну енергію. Прикладом є використання надлишкового тиску доменного газу в утилізаційних компресорних турбінах для вироблення електричної енергії.

Використання ВЕР не обмежується тільки енергетичним ефектом – це і охорона навколишнього середовища, зменшення кількості викидів шкідливих речовин. Деякі із цих викидів можуть давати додаткову продукцію, наприклад, сірчистий ангідрид, що викидається з газами, що відходять, можна вловлювати та направляти на випуск сірчаної кислоти.

В даний час використовуються технологічні процеси виробництва аміаку, метанолу та деяких інших хімічних продуктів, застосовані на принципі

енерготехнологічного комбінування з максимальним використанням виділеної при різних реакціях енергії.

Розділ 3.

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ

3.1. Призначення, предмет та об'єкт енергетичного аудиту

Енергетичний аудит (енергетичне обстеження) – визначення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів та розроблення рекомендацій щодо її поліпшення.

Енергетичний аудит спрямований на зменшення споживання енергетичних ресурсів суб'єктами господарювання за рахунок підвищення ефективності їх використання.

Предметом енергетичного аудиту є система обстеження споживання палива та енергії, аналізу і видачі рекомендацій по ефективному використанню енергоресурсів.

Об'єктом енергетичного аудиту може бути будь-яке підприємство, енергетична установка, будівля, агрегат, що споживає або виробляє енергію.

Метою енергетичного аудиту є пошук можливостей енергозбереження та допомоги суб'єктам господарювання у визначенні напрямів ефективного енерговикористання.

Призначенням енергетичного аудиту є:

- складання карти використання об'єктом паливно-енергетичних ресурсів;
- розробка організаційних і технічних заходів, направлених на зниження втрат енергії;
- визначення потенціалу енергозбереження;
- фінансова оцінка енергозберігаючих заходів.

Вартість енергоаудиту в середньому становить 2% видатків, що спрямовуються на оплату енергії. Енергоаудит дає біля 20% економії енергії, а затрати на його проведення окупаються протягом двох років.

Енергетичний аудит проводиться енергосервісними компаніями або незалежними експертами (енергоаудиторами), які уповноважені суб'єктами господарювання на його проведення (договір між Виконавцем і Замовником; законодавчі акти).

Будь-яка робота з енергоаудиту виконується двома особами: провідним аудитором і аудитором (диплом/сертифікат + ліцензія).

Найважливішим аспектом проведення енергетичного аудиту є додаткова вигода, оскільки дослідження проводиться кваліфікованим фахівцем, а не випадковим працівником компанії. За звичай, більшою довірою в керівників користуються рекомендації професійного консультанта, а не поради персоналу підприємства.

Енергокористувач, отримує звіт по проведеному енергоаудиту і може самостійно вирішувати наступні проблеми:

- визначити, як використовується енергія всередині об'єкта і сформулювати пріоритети по переліку енергозберігаючих рекомендацій;
- порівняти енергоспоживання на даному об'єкті з величинами споживання енергії на інших аналогічних об'єктах, визначивши таким чином об'єкт як «поганий» або «добрий» споживач енергії;
- показати необхідність інвестицій для придбання та освоєння нового більш економічного обладнання (звіт по проведеному енергоаудиту і є техніко-економічним обґрунтуванням);
- обґрунтувати запропонований проект, який не був би затверджений без підтримки зовнішнього консультанта.

3.2. Методологія енергетичного аудиту

Загальна методологія енергетичного аудиту будується на таких напрямках:

- енергоаудитори повинні знаходити факти, а не просто фіксувати помилки;
- енергетичні аудити не повинні проводитися таємно (секретно);
- результати, що представляються замовнику – це насамперед звіт про енергетичний аудит, в якому визначаються конкретні шляхи підвищення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів.

Методологія проведення енергоаудиту залежить від тієї інформації, яку бажає отримати і за яку бажає платити клієнт, а також від складу контрольно-вимірювального обладнання, що використовується в ході обстеження. З однієї сторони, енергоаудит може бути простим оглядом енергоспоживання, заснованим на даних лічильників підприємства. З іншої сторони, енергоаудит може бути комплексним и трудомістким процесом по визначенню і ідентифікації всіх напрямів витрачання енергії і передбачати установку нового постійного вимірювального обладнання, тестування і вимірювання впродовж тривалого періоду часу, і в результаті детальної перевірки видає детальні рекомендації. Останній тип аудиту буде суттєво дорожчий, ніж перший.

Енергоаудитору важливо дати клієнту те, що він хоче, але не більше того, за що він бажає заплатити.

Існує багато способів проведення енергетичного аудиту.

Енергетичний аудит поділяється на:

- простий;
- комплексний;
- змішаний.

Вибір способу проведення енергетичного аудиту залежить від таких факторів:

- кваліфікації енергоаудитора;

– наявності тих чи інших вимірювальних приладів (стаціонарні чи переносні);

– розуміння того, чого потребує і за що бажає платити клієнт.

Простий енергетичний аудит. Простий технічний прийом для починаючого енергоаудитора. Склавши декілька перших звітів по енергоаудиту, він буде розуміти актуальність і важливість рекомендацій по економії енергії, таких, наприклад, як використання світильників з низьким споживанням енергії, покращений тепловий контроль і ізоляція. Після цього аудитор може без проблем досліджувати інші аналогічні об'єкти і визначити можливості для застосування тих технологій енергозбереження, які він вже з успіхом використав. Цей технічний прийом часто використовується компаніями, що продають енергозберігаюче обладнання, для пошуку ринків збуту. Крім того, прийом може використовуватись «внутрішніми» енергоменеджерами компанії, в якій всі об'єкти мають аналогічні енергетичні проблеми. Метод не рекомендується використовувати професіональним консультантам по енергетичним питанням.

Отже, простий енергетичний аудит:

– забезпечує базове енергетичне обстеження;

– дає загальні висновки про споживання енергії об'єктом;

– приділяє особливу увагу невеликій кількості стандартних заходів по економії енергії.

Комплексний енергетичний аудит. Це методологія для професійного енергоаудитора. Цей метод заснований на підрахунку кількості використаної енергії і порівнянні цієї величини з промисловими нормативами і теоретичним енергоспоживанням. Метод допомагає виявити потенційну економію енергії. Спершу треба підрахувати кількість енергії, що споживається усіма основними видами обладнання і порівняти цю величину з загальним енергоспоживанням на підприємстві. Зробив цю роботу, аудитор виявляє шляхи економії енергії, що засновані на модернізації обладнання, новому технічному обслуговуванні і режимі експлуатації, реструктуризації споживання енергії на об'єкті (децентралізоване електрозабезпечення, використання альтернативних процесів виробництва, комбіноване виробництво теплової і електричної енергії (когенерація) тощо). Дана методологія дозволяє провести високоякісний енергоаудит, заснований на науковому підході, дослідженнях і вимірюваннях різноманітних параметрів, а також на досвіді експерта.

Отже, комплексний енергетичний аудит:

– забезпечує детальне енергетичне обстеження;

– для точного визначення енергоспоживання використовує такі прийоми, як регресійний аналіз та енергетичний баланс (**регресійний аналіз** – розділ математичної статистики, присвячений методам аналізу залежності однієї величини від іншої);

– розглядає широке коло можливостей енергозбереження, включаючи структурні зміни, такі як когенерація, децентралізація або використання альтернативних джерел палива.

Комбіноване виробництво електричної та теплової енергії (когенерація) – спосіб одночасного виробництва електричної та теплової енергії в межах одного технологічного процесу у результаті спалення палива.

Змішаний енергетичний аудит. В реальному житті часто зустрічається сполучення першого та другого методів проведення енергетичного обстеження. Такий підхід передбачає використання складних аудиторських прийомів, але, замість пошуку широкого кола можливостей по економії енергії, він фокусується на невеликій кількості технологій енергозбереження.

Всі об'єкти, на яких проводиться енергоаудит, повинні мати вимірювальне обладнання, навіть якщо це комерційні лічильники підприємства. Деякі підприємства можуть мати широку мережу додаткових лічильників, і завжди є можливість використання переносного вимірювального обладнання.

Як і будь-який вид діяльності в країні, енергоаудит та енергозбереження (і утилізація) регулюється різними законодавчими актами України. Найголовнішим із них є **Закон України про «Енергозбереження»**.

3.3. Основні етапи енергетичного аудиту

До основних етапів енергетичного аудиту відносять:

1. Одержання інформації про об'єкт енергетичного аудиту:

– **збір первинних даних про витрату палива, води та електроенергії за попередній та поточний роки.** Дає інформацію про напрямки використання палива та енергії, а також можливість визначити тенденції у використанні паливно-енергетичних ресурсів, що є базою для визначення техніко-економічних показників об'єкту в цілому;

– **аналіз структури енергоспоживання.** Дозволяє визначити структуру використання енергії на об'єкті. Аналіз структури дає можливість сформулювати стратегію використання енергії на подальшу перспективу;

– **аналіз структури витрат на енергію.** Аналіз частки витрат різних видів енергії в загальних витратах дозволяє намітити попередній напрямок енергетичного аудиту, звернувши увагу на види енергії з найбільшою часткою витрат;

– **визначення витрати енергоносіїв на одиницю продукції, що випускається підприємством та окремими підрозділами.** Дозволяє оцінити питому витрату енергії основного та допоміжного виробництв на одиницю продукції, що випускається, у порівнянні з аналогічними передовими виробництвами, дозволяє оцінити частку вартості енергоносіїв у собівартості продукції.

2. Вивчення паливно-енергетичних потоків на об'єкті в цілому та в окремих підрозділах:

– **вивчення технологічної схеми основного виробництва.** До складу схеми входить послідовність окремих технологічних операцій, їх взаємозв'язок для отримання основної та допоміжної продукції. Схема необхідна для

подальшого обліку енергії та оцінки правильності прийнятих технологічних операцій;

– **складання схеми споживання енергетичних ресурсів об'єктом.** На технологічну схему наносяться місця споживання та передачі паливно-енергетичних ресурсів;

– **складання карти використання енергетичних ресурсів.** Карта використання енергетичних ресурсів являє собою нанесений на план об'єкта у відповідному масштабі рівень споживання різних видів енергії окремими підрозділами. Це дозволяє оцінити транспортні потоки різних видів енергії та визначити найбільш енергоємні підрозділи;

– **складання балансу підприємства з окремих видів енергоресурсів.** Баланс з окремих видів енергоресурсів об'єкту дозволяє в цілому оцінити ефективність використання різних енергоносіїв, звернути увагу на окремі споживачі енергії для поглибленого їх дослідження;

– **складання паливно-енергетичного балансу підприємства.** Паливно-енергетичний баланс об'єкту є основою для оцінки правильності вибору енергоносіїв та прогнозу оцінки їх споживання;

– **виявлення найбільш енергоємних споживачів та збирання даних по них.** Визначення найбільш енергоємних споживачів об'єкту, для яких встановлюються вихідні дані каталожного характеру, схеми використання енергії, а також визначаються за допомогою відповідних вимірювань режимні параметри їх роботи для подальшої оцінки ефективності використання енергоносіїв;

– **визначення питомих норм споживання енергії окремими споживачами.** Питомі норми споживання енергії окремими споживачами і об'єкту в цілому дають можливість порівняння з аналогічними нормами високопродуктивних виробництв, а також виявлення окремих споживачів з низькими нормами для подальшого обстеження;

– **складання енергетичного балансу для окремих енергоємних споживачів.** Енергетичний баланс для окремих енергоємних споживачів дозволяє оцінити ефективність використання різних видів енергії, виявити ділянки її нераціонального використання, намітити шляхи економії.

3. Аналіз ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів об'єктом:

– **аналіз ефективності окремих технологічних процесів.** На підставі аналізу роблять висновок про правильність прийнятих в умовах діючого об'єкту окремих технологічних рішень або про заміну деяких з них на прогресивні, при цьому визначаються витрати на зміну технології та обґрунтовується висновок про доцільність інвестицій;

– **аналіз ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів підрозділами об'єкту.** На підставі аналізу робиться висновок про доцільність використання того або іншого енергоносія на різних рівнях технологічного процесу в підрозділах об'єкту. У випадку заміни енергоносія наводиться відповідне техніко-економічне обґрунтування. Особлива увага повинна бути приділена питанням транспортування енергоносіїв в умовах об'єкту. Це

стосується в першу чергу мережі теплопостачання та пневматичної мережі. Також повинна бути приділена увага специфічним питанням, наприклад, обґрунтування використання того чи іншого тарифу на електроенергію в умовах об'єкту;

- **аналіз використання енергії окремими споживачами.** Цей підрозділ має значний обсяг, тому більшість організацій, які проводять енергетичний аудит, обмежуються лише розглядом даного питання. Як наслідок, воно розглядається не всебічно, а за обмеженого часу енергетичного аудиту приймаються до розгляду лише ті споживачі енергії, які дають очевидний ефект;

- **визначення технологічно припустимих втрат палива та енергії;**

- **визначення пріоритетів для поглибленого енергетичного аудиту.**

На окремих об'єктах мають місце специфічні споживачі енергії, ефективність роботи яких складно визначити без додаткового енергетичного аудиту. Додатковий енергетичний аудит включає спеціальні обстеження з використанням спеціального вимірювального обладнання або проведення наукових досліджень. До специфічних споживачів енергії належать холодильні, компресорні установки, електричні печі нагрівання тощо. Дослідницькі розробки проводяться до вирішення специфічних питань, вказаних у договорі на енергетичний аудит.

4. Поглиблений енергетичний аудит окремих технологічних процесів і споживачів енергії:

- проведення додаткових вимірювань проміжних параметрів і визначення робочих режимів;

- виявлення ефективності роботи споживачів;

- вирішення специфічних питань (за домовленістю з керівництвом).

5. Підведення підсумків енергетичного аудиту:

- розроблення енергозберігаючих заходів;

- техніко-економічний аналіз ефективності впровадження заходів;

- порівняльний аналіз отриманих результатів;

- вибір нових пріоритетів і постановка завдань на подальше зниження енергоємності продукції та споживання енергоресурсів;

- складання звіту з енергетичного аудиту.

3.4. Заощадження первинних та вторинних енергоресурсів

Одна з найважливіших особливостей, якою часто нехтують, звіту з енергетичного аудиту – це відмінність між економією первинної і вторинної енергії. Ця особливість полягає в наступному.

Заощадження палива шляхом економії вторинної енергії. Економія вторинної енергії впливає на споживання первинної. Найпростіший шлях обчислення економії первинної енергії – поділити розмір економії вторинної енергії на коефіцієнт перетворення (електростанції або котла). Іноді економія вторинної енергії чинить негативний вплив на завантаження заводу і впливає на

розподіл втрат (зниження рівня споживання пари може також скоротити її миттєві втрати а резервуарах збирання конденсату).

Ефект від заміни палива. Заміна одного палива іншим, за звичай, проводиться у випадках, коли є можливість придбати інше паливо за нижчою вартістю на одиницю вмісту енергії. Фінансовий розрахунок заощаджень повинен також враховувати можливість зміни витрат на ремонт обладнання. Крім того, заміна палива може змінити коефіцієнт перетворення.

Регенерація теплоти. Раціональним шляхом утилізації та економії теплової енергії є її регенерація.

Регенерація – використання теплоти продуктів згоряння для підігрівання палива, повітря або їх сумішей, які надходять в яку-небудь теплотехнічну установку.

Регенерація теплоти – використання теплоти відхідних газів високотемпературних металургійних агрегатів для підігрівання газоподібного палива, повітря чи їх суміші, що надходить; здійснюється в теплообміннику регенератора. Регенерація теплоти дозволяє підвищити калориметричну температуру горіння палива, підвищити к. к. д. регенераторної печі та зекономити значну кількість палива.

Суть регенерації полягає в тому, що гарячі рідина чи газ використовують для попереднього нагрівання холодних рідин чи газів. В харчовій галузі промисловості широко використовуються регенератори, в яких коефіцієнт регенерації складає 80-95%.

Якщо потоки енергії надходять з систем регенерації або виводяться як побічний продукт систем перетворення енергії (теплота низької температури виділяється з системи когенерації), економія в цих енергетичних потоках не обов'язково є результатом збереження первинної енергії. Наприклад, якщо гаряче водопостачання проводиться системою когенерації, яка в іншому випадку викинула б цю теплоту в атмосферу, тоді економія гарячої води не зберігає первинне паливо, на якому працює система когенерації. І навпаки, якщо теплота низької температури з когенераційної установки забезпечує тільки частину необхідного запасу теплоти, а інша частина поповнюється електричним опаленням, тоді економія гарячої води відіб'ється на заощадженні електроенергії.

Когенераційна установка – комплекс обладнання, що працює за способом комбінованого виробництва електричної та теплової енергії або перетворює скидний енергетичний потенціал технологічних процесів в електричну та теплову енергію.

Скидний енергетичний потенціал технологічних процесів – вторинні енергетичні ресурси, які можуть бути використані для виробництва електричної та теплової енергії в когенераційних установках. Перелік цих вторинних енергетичних ресурсів встановлюється центральним органом виконавчої влади у сфері енергозбереження.

Рекуперация. Одним із шляхів утилізації та економії теплової енергії є її рекуперация.

Рекуперация – повернення частини матеріалів або енергії для повторного використання у тому ж технологічному процесі.

Рекуперация в металургійному виробництві – виділення і вловлювання з метою повторного використання газів, парів, тощо, які перебувають у суміші з іншими речовинами.

Рекуперация у вентиляційних системах будинків – використання теплової енергії повітря, що видаляється з будинку чи споруди, для нагрівання свіжого повітря, що надходить з вулиці.

3.5. Оцінка витрат при впровадженні рекомендацій енергоаудитора

Обчислення капітальної вартості проекту з енергозбереження є ключовим моментом звіту енергетичного аудиту. Неправильно оцінені витрати можуть легко підірвати довіру до звіту в цілому. За звичай, причина недооцінки витрат викликана не власне недооцінкою витрат, а упущенням загальної вартості компонентів.

Типові приклади компонентів, які слід включити в розрахунок загальної вартості енергозберігаючого проекту (даний список не є вичерпним):

- вартість закупівлі енергозберігаючого обладнання;
- закупівельна вартість допоміжного обладнання (регуляторів, інструментів, захисного обладнання, обхідних пристроїв);
- витрати на доставку (митні формальності, установка обладнання);
- страхування;
- витрати на ізоляцію;
- тестування та введення установки в промислову експлуатацію;
- виплати за консультації;
- витрати на цивільне будівництво;
- витрати на переміщення виробничого обладнання;
- діяльність, необхідна для виконання вимог техніки безпеки;
- перебудова каркаса будівлі, зумовлена встановленням нового обладнання;
- перевірка ліцензування/сертифікації/страхування;
- навчання персоналу;
- вартість втраченої продукції.

Типовими джерелами для оцінки витрат є:

- прайс-листи на обладнання;
- публікації з оцінки витрат:
 - вартість обладнання;
 - витрати на оплату праці;
 - загальні середні витрати (на 1 i^2 , на 1 кВт встановленої потужності);
- бюджетні витрати постачальників/монтажників;
- розцінки постачальників/монтажників;

– інформація про вартість попередніх впроваджених проектів.

Способи визначення вартості можуть бути взяті з різних джерел. Найнадійнішим із них є особистий досвід виконання аналогічного проекту у минулому, але навіть у такому випадку слід обережно ставитися до чинників, які можуть викликати значну цінову різницю в двох аналогічних проектах. Наприклад, встановлення електронного контрольного обладнання на нафтохімічному заводі може коштувати набагато дорожче, ніж аналогічна установка на пивоварному заводі, внаслідок необхідності використання обладнання, яке сертифіковане для використання у вибухонебезпечному середовищі.

Корисним також є використання котирувань та бюджетних розцінок постачальників та ціни, взяті з цінових брошур. Важливо переконатися, що ці джерела враховують всі вартісні компоненти, а саме: доставку, встановлення, налагодження обладнання.

3.6. Складання звіту з енергетичного аудиту

Звіт з енергетичного аудиту подає інформацію про кількість енергії, яка споживається різними видами споживачів електричної енергії (котельні, компресори, освітлення, виробниче устаткування).

Споживач електричної енергії (споживач) – промислові та приватні до них підприємства, організації, установи, електрифікований залізничний та міський транспорт, комерційні та сільськогосподарські виробники, невиробничі підприємства, організації, установи, а також міські та сільські помешкання, які приєднані до електричних мереж і використовують електроенергію за допомогою наявних струмоприймачів.

Енергоаудит, як правило, вказує споживання в енергетичних та грошових одиницях і відображає інформацію як в таблицях (наприклад, таблиця загальної кількості купленого палива), так і в графічній формі.

Опис промислового підприємства та будівель характеризує наявність установок та обладнання, режими їх роботи та продуктивність. Наприклад, опис котельної характеризує кількість і тип котлів, режими їх управління, а також вказує, що тиск пари, що продукується для певних споживачів за даний проміжок часу відповідає всім необхідним вимогам.

Рекомендації з енергозбереження містять перелік пропозицій, розроблених під час дослідження. Ці рекомендації в загальному вигляді можуть бути реалізовані, як частина кампанії з енергозбереження, хоча деякі з них можуть бути взаємно протилежними (наприклад, встановлення нових регуляторів у системі опалення або монтаж нової опалювальної системи).

Опис шляхів енергозбереження має такі ключові моменти:

- дії, що потрібно зробити, щоб заощадити енергію;
- пояснення, яким чином ці дії допоможуть заощадити енергію;
- визначення кількості заощадженої енергії та капітальних затрат;
- визначення економічної ефективності можливостей енергозбереження.

Звіт з енергетичного аудиту є документом, в якому відображені результати обстеження об'єкту. Порядок і повнота викладу повинні відповідати домовленостям між замовником та виконавцем.

Типовий звіт з енергетичного аудиту складається з таких основних розділів:

1. Вступний розділ:

- коротка характеристика;
- перелік рекомендацій;
- управління виробництвом та енергетичний менеджмент.

2. Опис промислового підприємства та будівель:

- існуючі будівлі, установки та обладнання;
- режим роботи обладнання;
- оцінка ефективності виробництва.

3. Проведення енергетичного аудиту:

- вимірювання споживання енергії;
- аналіз інформації;
- коментарі щодо кількості та вартості спожитої енергії.

4. Рекомендації з енергозбереження:

- опис запропонованих рекомендацій;
- пояснення того, як запропоновані дії допоможуть заощадити енергію;
- техніко-економічне обґрунтування запропонованих рекомендацій.

5. Висновки:

- узагальнений аналіз рекомендацій з енергозбереження;
- прогноз подальших кроків.

Метою вступного розділу є: інформування читача про підготовку та хід досліджень на об'єкті, а також про очікувані результати. Вступ також повинен описувати методику проведення аудиту та параметри звіту, тобто виявити особливості енергоспоживання.

Вступ, за звичай, містить такі пункти:

- підготовка звіту з енергетичного аудиту (звіт формується компанією/консорціумом, які готують звіт, або проводять перевірку на об'єкті);
- коротка експертиза та обґрунтування енергетичного аудиту (Чи є даний енергетичний аудит одним з декількох проектів для різних підрозділів компанії? Чи є даний енергетичний аудит частиною нової кампанії енергетичного менеджменту?);
- мета енергетичного аудиту (виявити потенційні можливості енергозбереження);
- параметри звіту (чи має звіт намір підкреслити особливі аспекти енергоспоживання або виключити деякі з них, оскільки вони є частиною окремого дослідження);
- методи проведення перевірки (використання вимірювачів, лічильників, візуальне дослідження устаткування, аналіз енергетичних даних, отриманих протягом певного часу).

Опис промислового підприємства та будівель.

«Опис промислового підприємства та будівель» входить у звіт з енергетичного аудиту як опис спостережень енергоаудитора, якими він обґрунтовував свою перевірку і розробляв рекомендації щодо енергозбереження.

Енергія, що постачається на об'єкт. Необхідно навести короткий опис обладнання з постачання енергії (труби, регулятори тиску та головні щити введення електроенергії), а також обладнання для зберігання палива, головне вимірювальне та централізоване обладнання компенсації реактивної потужності.

Обладнання для перетворення енергії. Цей пункт містить опис такого обладнання, як наприклад, котли, повітряні компресори, холодильні установки.

Розподіл енергії. У цій частині міститься інформація про системи розподілення енергії, зокрема, системи розподілення охолодженої та гарячої води, пароконденсату та стисненого повітря. Коментарі повинні бути орієнтовані на ефективність роботи згаданих систем і звертати особливу увагу на причини втрат енергії, такі як погана ізоляція або витоки.

Обладнання, яке споживає електроенергію. В даному пункті слід описати обладнання, яке споживає первинну або вторинну енергію. Це устаткування містить виробничі механізми, системи опалення та гарячого водопостачання (ГВП), освітлювальне та офісне обладнання тощо. Опис, за звичай, містить назву (або тип) встановленого устаткування, норми енергоспоживання (якщо це можливо), опис автоматичних систем контролю і/або процедури ручного управління. Якщо для роботи обладнання потрібне вимірювання деяких параметрів (температура, сила світла і норма продуктивності) – це також потрібно відмітити.

Структура будівель. Цей пункт наводить опис елементів конструкції будівель з точки зору дизайну та використаних матеріалів. Наприклад, може бути вказано, що стіни змуровані з цегли або залиті бетоном, вікна виготовлені з склопакетом або з одинарним склінням; будівля має плоский дах чи похилий. Опис також повинен містити дані про існуючу в будівлі вентиляцію: природну або примусову. Ці елементи в сукупності з розмірами будівлі можуть бути використані для розрахунків теоретично необхідного опалення внутрішніх приміщень. Потім результати розрахунків можна порівняти з фактичним споживанням енергії на опалення. В опис слід включити час знаходження в будівлі працівників, щоб перевірити роботу установок, які регулюють фактичний час опалювання будівлі.

Категорії споживачів енергії:

- будівлі;
- котельна установка;
- система паророзподілення;
- холодильна система;
- установка опалювання;
- система подачі гарячої води;
- виробниче обладнання, що споживає пару;
- система постачання і розподілу електроенергії;
- система вироблення стисненого повітря;
- системи вентиляції та кондиціонування;

- виробниче обладнання, що споживає електроенергію;
- виробниче обладнання, що працює на газі/нафтопродуктах;
- офісне обладнання, різнорідне енергоспоживання;
- освітлення;
- обладнання підприємств громадського харчування;
- обладнання пралень;
- інші споживачі.

Другий розділ повинен бути не просто переліком обладнання. Він повинен також включати коментарі та спостереження щодо способу використання енергії.

Рекомендуються такі пункти для включення в другий розділ:

- фізичний опис обладнання (тип, номер моделі, потужність, системи управління);
 - опис використання обладнання (функції, що виконує обладнання, тривалість його експлуатації та система управління ним);
 - вимірювальні величини (електроенергія, нормативні витрати рідини, температура, вологість, рівні освітленості);
 - загальні спостереження (ефективність управління, неполадки, несумісне обладнання).

Для зручності значна частина інформації, зібраної під час енергетичного обстеження, може бути представлена в табличній формі. Якщо таблиці виходять дуже великими, їх слід оформити як додатки.

Типовими прикладами даних, що включаються в таблиці та додатки є:

– перелік устаткування:

- освітлювальне обладнання;
- обладнання, що опалює приміщення;
- електропривод;
- обладнання підприємств громадського харчування;
- обладнання пралень;
- виробниче обладнання;
- перелік неізольованих трубопроводів гарячої води;

– вимірювані дані:

- дані тесту аналізу горіння;
- точкове вимірювання температури;
- точкове вимірювання рівнів освітленості;
- вимірювання потоку повітря/вологості;

– графічні дані:

- енергетичні діаграми обладнання;
- фотознімки стандартні;
- фотознімки в інфрачервоному промінні.

Проведення енергетичного аудиту.

Після закінчення аналізу історії енергоспоживання об'єктом, энергоаудитор може приступати до здійснення енергетичного аудиту.

Розділ звіту про проведення енергетичного аудиту містить:

- розрахунок споживання енергії різними споживачами;
- розподіл фінансових витрат на енергію пропорційно між споживачами;
- складання енергетичного балансу;
- порівняння енергоспоживання з показниками роботи найкращих підприємств;
- виявлення відхилення в енергоспоживанні у порівнянні з галузевими нормами.

Дана інформація є дуже важливою для клієнтів, оскільки вона або підтверджує, або спростовує переконання про розміри енергоспоживання в межах об'єкту. Те, що інформація представлена професійними енергетичними консультантами, що окинули об'єкт «свіжим поглядом», є особливо важливим фактором для замовника енергетичного аудиту.

Інколи в процесі підготовки енергетичного аудиту виявляються відхилення від норми. Ці відхилення можуть бути викликані невірними розрахунками постачальників палива. В таких випадках інколи можна добитися повернення грошей. В іншому випадку можуть бути виявлені відхилення від норми, викликані зловживанням енергією. В такому випадку енергетичний аудит успішно вказує на цю негативну практику і, тим самим спонукає менеджмент підприємства до вжиття відповідних заходів для уникнення повторення подібних ситуацій.

Для виконання енергетичного обстеження енергоаудитор використовує деякі (або всі) з таких матеріалів:

- звіт про річну закупівлю палива;
- графік регресійного аналізу;
- таблиця енергетичного аудиту;
- діаграма Сенкі;
- кругові діаграми (карти) енергоспоживання;
- енергобаланси;
- енергетичні характеристики.

В енергетичному аудиті застосовуються два типи графіків:

- лінійний графік енергоспоживання (може також містити дані, що належать до змінної величини продукції/погоди, з якою порівнюється кількість вимірюваної енергії);
- графік регресійного аналізу.

Рекомендації з енергозбереження.

Опис рекомендацій з енергозбереження – дії, які повинні бути зроблені, нові процедури, встановлення нового обладнання.

Оцінка енергозбереження – розрахунок енергії, коштів, що їх буде заощаджено.

Ефект від економії енергії – як рекомендації вплинуть на показники роботи об'єкту, а саме на показники ефективності за умов скорочення подачі енергії, на витрати з ремонту обладнання, на необхідні зміни технології виробництва.

Обчислення вартості проекту – розрахунок загальної вартості заходів щодо впровадження рекомендацій з енергозбереження відносно вартості обладнання, робочої сили, втрат виробництва.

Життєздатність проекту – визначення, наскільки життєздатне впровадження рекомендацій щодо енергозбереження за даних обмежень, а саме за необхідних зупинок виробництва, чутливості цін на паливо, життєздатності капіталу.

При виявленні менш очевидних заходів з енергозбереження важливо враховувати, що перераховані рекомендації з економії енергії – це не лише найочевидніші перебудови, як наприклад, модернізація енергетичного устаткування. Повинна бути приділена увага менш очевидним можливостям досягнення енергетичної ефективності. Прикладами «менш очевидних» можливостей енергозбереження є зміна систем енергопостачання, а саме: застосування когенерації або використання відходів як палива, чи зміна методів виробництва для використання дешевших енергетичних ресурсів.

Можливості енергозбереження можна розділити за категоріями застосування або з альтернативними вирішеннями однієї і тієї ж енергетичної проблеми. Найпоширенішим є поділ рекомендацій з енергозбереження за їх вартістю.

Безвитратні рекомендації:

- економніше використання наявних ресурсів;
- належне технічне обслуговування;
- закупівля палива з дешевшого джерела.

Низьковитратні рекомендації:

- встановлення ефективнішого обладнання;
- встановлення нових (автономних) пристроїв управління;
- поліпшення теплоізоляції цехів;
- навчання персоналу;
- контроль і оперативне планування енергоспоживання.

Високвитратні рекомендації:

- заміна більшості енергетичних установок;
- встановлення комплексних систем управління;
- когенерація;
- рекуперація теплоти.

Кожна рекомендація з енергозбереження повинна бути описана за такими пунктами:

1. Необхідні зміни:

- модифікація заводу і будівель;
- заміна обладнання;
- модернізація обладнання/систем управління/ізоляції;
- технічне обслуговування обладнання;
- нова процедура управління.

2. Як ці заходи допоможуть заощадити енергію (і/або кошти):

- скорочення втрат;
- скорочення зайвих операцій;

- підвищення ефективності використання енергії;
- застосування дешевших енергетичних ресурсів.

3. Фінансові витрати та вигоди:

- капітальні витрати;
- амортизація обладнання підприємства;
- витрати на технічне обслуговування;
- енергетичні витрати;
- аналіз ефективності фінансових витрат.

Основні категорії змін в енергоспоживанні:

- ліквідація безпосередніх втрат (ізолювання труб, усунення витоків, повернення конденсату);
- скорочення надмірного енергоспоживання (управління тривалістю робіт та температурою, ефективна передача енергії);
- скорочення зайвої потужності (використання обладнання з меншою потужністю, ліквідація подачі енергії в місця, де вона не є потрібною);
- максимізація ефективності перетворення енергії (підвищення ефективності котла, компресора);
- утилізація тепла, що відводиться (рекуперація теплоти, рециркуляція повітря);
- використання найбільш економічного джерела енергії (найдешевше паливо, поновлювана енергія).

Висновки.

Висновки з енергетичного менеджменту пояснюють ситуацію минулих періодів, виявлену енергетичним аудитом, і визначають важливі пункти, що стосуються використання енергії. Висновок повинен вказувати рекомендований напрям дій, спрямованих на поліпшення ефективності використання енергії на об'єкті, а також показувати вигоди і збитки, до яких може призвести економія. Крім цього, даний розділ повинен бути викладений зрозуміло та стисло, без надмірного вживання технічної лексики.

Висновок щодо енергетичного менеджменту, за звичай, охоплює наступні моменти:

- існуючий стан справ на досліджуваному об'єкті (погане, задовільне, хороше енергоспоживання в порівнянні з іншими об'єктами);
- основні пункти дослідження енергоспоживання (високий/низький рівень використання енергії);
- обґрунтування необхідних змін (рекомендований напрям діяльності, альтернативні дії);
- прогнозований результат (отримання економічних вигод в майбутньому за умови, що рекомендації будуть реалізовані).

Пункти, що містяться в розділі висновків, сфокусовані на діях, зроблених енергоаудитором в ході робіт. Тому висновки містять дані про дослідження об'єкту і джерела отримання необхідної інформації. Висновок показує загальний потенціал енергозбереження і наводить обґрунтовані аргументи на користь одних рекомендацій в порівнянні з іншими. Висновки

також обґрунтовують необхідність подальших досліджень і/або дій, які повинні бути виконані з об'єктом та вказують загальну розраховану вигоду від цих дій.

Розділ висновків, за звичай, охоплює:

– рішення та висновки енергетичного аудиту (поділ енергії на різні категорії, виявлені невідповідності, наприклад, з Правилами технічної експлуатації електроустановок споживачів, або нераціональне енергоспоживання, порівняння енергоспоживання на об'єкті з іншими аналогічними об'єктами);

– висновок з рекомендацій щодо енергозбереження (вартість і вигоди від реалізації безвитратних, низьковитратних та високовитратних рекомендацій, альтернативні можливості енергозбереження);

– рекомендовані дії та прогноз (рекомендації, за якими можуть впроваджуватися енергозберігаючі заходи, прогнози наслідків вживання заходів з енергозбереження на об'єкті);

– наступний крок (подальші необхідні детальні дослідження, робота, яку необхідно виконати самій компанії, проведення тендеру тощо).

Розділ 4.

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ

4.1. Поняття енергетичного менеджменту. Обов'язки енергоменеджера та вимоги до нього

Енергетичний менеджмент є інструментом, що створює можливість скоротити споживання енергії, підвищити ефективність її використання, а також знизити негативний вплив енергетики на довкілля. Він дає змогу одержати докладну картину споживання енергії, дійсно оцінити проекти економії енергії та планованих заходів щодо енергозбереження на певному підприємстві (виробництві).

Енергетичний менеджмент – це система керування енергоспоживанням на підприємстві, яка спирається на проведенні типових вимірювань та перевірок і забезпечує таку роботу підприємства, коли споживається тільки потрібна (теоретично) для виробництва кількість енергії.

Найефективніше використання енергії на підприємстві пов'язане з такими основними показниками:

– високим рівнем використання загального виробництва (якщо обсяг виробництва, скажімо, 50% від максимального (проектного) рівня, то досить складно домогтися високої ефективності використання енергії);

– раціональним добором типу енергоносіїв для основних енергоємних виробництв;

– вихідною якістю сировини;

– ефективністю роботи окремих установок і систем взагалі (котлів, агрегатів та ін.);

– низьким рівнем втрат у системах розподілу енергії (пари, стисненого повітря, електроенергії).

Головну увагу треба приділяти найбільш енергоємним виробничим системам. До них передусім належать такі типові системи як ТЕС, котельні установки, сушильне устаткування, устаткування подачі тепла для виробничих потреб, системи опалення та водопостачання, системи вентиляції та кондиціонування повітря, холодильні установки, системи освітлення, системи подачі стисненого повітря, насоси та ін. Вони, як правило характеризуються такими показниками: високими або низькими температурами (порівняно з температурою навколишнього середовища); інтенсивністю виробництва; високим рівнем споживання робочого тепла (пари, води, газу, стисненого повітря).

Методика визначення можливостей економії енергії, насамперед тих, які потребують мінімальних витрат чи взагалі не потребують їх, полягає в оцінці навантаження або його втрати з подальшою оцінкою мережі розподілу. Внесення технічних змін безпосередньо в саму систему часто потребує значних інвестицій.

Кожну систему можна поділити на три основні складові: власне система (турбіна, котел, компресор тощо); система передачі (транспортування) енергії або робочого тіла (мережі) й сама енергія (робоче тіло, навантаження).

Втрати енергії відбуваються у всіх компонентах системи, але вартість їхнього усунення різна. Тому, аналізуючи в процесі енергетичного менеджменту можливості енергозбереження, треба підходити до таких систем комплексно. Зазвичай, розгляд доцільно починати з кінця системи (процесу): саме тут (у навантаженні) найчастіше криються найдешевші і швидко реалізовані можливості енергозбереження.

Енергетичний менеджмент – це інструмент управління виробництвом (підприємством), який забезпечує повсякчасне дослідження і, відтак, надає знання про розподіл і рівні споживання енергоресурсів, а також про їхнє оптимальне використання для виробничих, комунально-побутових та інших потреб.

Енергоменеджер відноситься до адміністрації підприємства, але він не керує людьми, а контролює енергоспоживання. Посада енергоменеджера відноситься до керівника середньої ланки з безпосереднім підпорядкуванням директору або головному інженеру підприємства.

До основних обов'язків енергетичного менеджера відносять:

– збір даних про споживання паливно-енергетичних ресурсів з використанням лічильників і контрольно-вимірювальної апаратури та складання таблиць споживання енергії на підприємстві, по підрозділах та устаткуванню, а також складання паливно-енергетичного балансу підприємства;

– впорядкування плану встановлення додаткових лічильників та контрольно-вимірювальної апаратури;

– проведення аналізу споживання енергії з врахуванням оцінювання заходів економії енергоспоживання та підготовка пропозицій щодо вдосконалення виробничого процесу;

- визначення ефективності роботи споживачів енергії та здійснення контролю за інвестуванням коштів в заходи з економії енергії;
- надання консультаційних послуг щодо питань економії енергії на підприємстві;
- проведення внутрішнього енергетичного аудиту та здійснення заохочення працівників підприємства, які економлять енергію;
- розроблення пропозицій з метою залучення персоналу до економії енергії;
- проведення перевірки та оцінювання рахунків оплати за спожиту енергію, а також договорів, що пов'язані з енергоспоживанням;
- проведення детального аналізу потоків енергії на підприємстві;
- визначення та постійний контроль за питомими нормами енергоспоживання;
- впорядкування схеми аварійної зупинки устаткування та варіантів енергопостачання на випадок аварійного припинення зовнішньої подачі енергії;
- виконання розрахунків капіталовкладень та експлуатаційних витрат при впровадженні нових технологій в існуючих та нових енергосистемах для підвищення енергетичної ефективності виробництва;
- винесення на розгляд адміністрації підприємства пропозицій, які стосуються інвестиційної політики.

Перелік обов'язків енергетичного менеджера досить широкий та потребує від нього різнобічних та глибоких знань.

Енергетичний менеджер повинен відповідати таким вимогам:

- мати інженерну освіту у галузі енергетики;
- мати уяву про основні технології, що застосовуються на підприємстві;
- мати досвід керування виробництвом і робочими групами;
- володіти досвідом керівництва проектами;
- мати організаційні здібності;
- володіти здатністю переконувати людей і розуміти мотивацію їхніх вчинків;
- розбиратися в політиці своєї держави в сфері енергетики;
- знати потреби і вимоги органів державної влади та місцевого самоврядування;
- знати рішення місцевої влади, що стосуються цього виробництва, екології, споживання енергії тощо;
- знати фірми і виробництва, торгові організації та постачальників;
- вміти працювати з новими інформаційними технологіями та аналізувати дані про енергоспоживання;
- добре розуміти концепцію енергетичного менеджменту та енергетичної ефективності;
- вміти проводити економічний аналіз заходів з енергозбереження та розробляти ці заходи;
- вміти проводити внутрішній енергетичний аудит підприємства;
- знати економічні принципи розробки бюджету підприємства і методи розробки бізнес-планів у галузі енергетичної ефективності.

4.2. Етапи енергетичного менеджменту

Систему енергетичного менеджменту можна розглядати як сукупність таких етапів:

Перший етап – це запуск системи. Початок впровадження системи енергетичного менеджменту може покласти енергетичний аудит, який дасть уявлення про ситуацію в енергопостачанні підприємства.

Другий етап – аналіз і порівняння реальних рівнів споживання з ключовими цифрами з літератури, інших підприємств тощо.

Третій етап – визначення стану й обрання пріоритетів у виконанні проєктів із заощадження енергії.

На четвертому етапі – на підставі аналізу проробляють бюджет виконання обраних проєктів. Цей бюджет будують вже на відомих цифрах питомого споживання енергії на підприємстві.

П'ятий етап – це контроль за споживанням енергоносіїв, рівень якого має не перевищувати того, що зазначений у бюджеті. На цьому етапі іноді вдається виявити додаткових несподіваних споживачів енергії і провести аналіз причин, з яких вони виникають.

На цьому перший цикл замикається. Наступний починають із тієї самої процедури – знов і знов.

Такі системи енергетичного аудиту та енергетичного менеджменту працюють на більшості підприємств, які випускають конкурентноспроможну продукцію в країнах ЄС.

Отже у процесі впровадження енергетичного менеджменту треба: визначити потоки матеріалів та енергії в різних виробничих процесах, а також створити карту споживання енергії в основних виробничих процесах підприємства й у різних допоміжних установках і системах.

Доцільно починати з найголовніших і найбільш енергоємних виробничих процесів підприємства. Потім перейти до виготовлення детальної карти всіх виробничих процесів і споживання енергії в них. Вимірюючи потоки енергії, створюючи карту споживання енергії, визначаючи можливості економії енергії на різних установках, а також розробляючи методики впровадження енергетичного менеджменту, можна скористатися допомогою внутрішнього енергетичного аудитора.

Розділ 5.

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ В РІЗНИХ ГАЛУЗЯХ НАРОДНОГО ГОСПОДАРСТВА

5.1. Актуальні задачі енергозбереження

До переліку актуальних та затребуваних для вирішення технічних задач енергозбереження в Україні належать:

За напрямом створення систем контролю та обліку:

- створення автоматизованих систем обліку та контролю за використанням паливно-енергетичних ресурсів та води;
- встановлення лічильників електроенергії, тепла, газу, мазуту та води.

За напрямом зменшення споживання електроенергії:

- впровадження компенсаторів реактивної потужності та систем їх автоматичного управління;

- впровадження регульованих електроприводів з тиристорним (частотним) регулюванням;

- впровадження енергетично ефективних систем освітлення;

- створення сучасних ефективних електродвигунів;

- впровадження стабілізаторів та регуляторів змінного струму;

- створення систем автоматичного керування технологічними процесами;

- створення систем регулювання та обмеження електроспоживання промислових та побутових навантажень;

- використання нетрадиційних та поновлюваних джерел енергії (НПДЕ) для автономних та децентралізованих споживачів;

- забезпечення зонного обліку та багато ставкового тарифу споживання електроенергії;

- здійснення автоматизації технологічних процесів;

- регулювання роботи енергетичних систем (обладнання) загальнопромислового призначення (компресорів, насосів, холодильних, вентиляційних установок тощо);

- використання скидної теплоти нагрівання силових трансформаторів;

- використання міні- та мікро ГЕС;

- використання вітрових електроустановок (ВЕУ).

За напрямом тепло збереження:

- автоматизація центральних та індивідуальних теплових пунктів;

- впровадження систем акумуляційного опалення будинків;

- налагодження гідравлічного та температурного режимів систем опалення та вентиляції (приточної);

- впровадження регуляторів температури (в приміщеннях, системах тощо);

- утилізація теплоти відхідних газів енергоустановок (печей, котлів та ін.);

- утилізація вторинних енергетичних ресурсів;
- використання геліосистем для підігріву води (технологічної, комунально-побутової, промислової);
- застосування тепло-насосних установок (ТНУ);
- використання когенераційних систем вироблення теплової та електричної енергії;
- використання систем надлишкового тиску, пари, газу, води;
- теплозахист приміщень та будівель;
- розробка ізоляційних матеріалів, конструкцій, устаткування;
- підвищення якості обробки води в теплофікаційних системах;
- локальний підігрів води.

За напрямом паливо збереження:

- утилізація відхідних газів котельень, енергетичних та газотранспортних установок;
- наладка котельних агрегатів, оптимізація роботи пальників;
- автоматизація роботи котельень, бойлерних;
- локальний обігрів приміщень індивідуальними інфрачервоними (газовими) обігрівачами;
- впровадження технологій біометанізації органічних відходів;
- використання в якості палива побутових, промислових, сільськогосподарських та лісових відходів.

За напрямом інформаційно-методичного та законодавчого забезпечення:

- розробка нормативно-методичної літератури з енергозбереження;
- розробка нормативно-законодавчої документації з енергозбереження;
- розробка методичного забезпечення «лізингових» та «позикових» операцій фінансування енергозбереження;
- розробка систем заохочення та стимулювання виробничого персоналу підприємств в напрямку енергозбереження;
- створення інформаційно-пошукових баз енергозберігаючих технологій, технічних рішень та методів розрахунку їх ефективності;
- створення автоматизованих робочих місць енергетиків.

5.2. Енергозбереження засобами електропривода

Електропривод – це електромеханічна система для приведення в рух виконавчих механізмів робочих машин і керування цим рухом в цілях здійснення технологічного процесу.

Сучасний електропривод – це сукупність електромашин, апаратів і систем керування ними. Він є основним споживачем енергії (до 60%) і головним джерелом механічної енергії в промисловості. Найефективнішим способом економії енергії на всіх виробництвах, де необхідно регулювати продуктивність механізмів на базі електродвигунів змінного струму є застосування регульованого електроприводу змінного струму. Впровадження такого

електроприводу в механізмах з квадратичним навантаженням (насосах, вентиляторах) дозволяє досягти економії електроенергії в 30-70%.

Шляхи енергетично ефективного використання електропривода:

1. Перший шлях полягає в удосконаленні процедури вибору двигуна для конкретного технологічного процесу стосується найпростішого некерованого масового електропривода з метою дотримання номінального теплового режиму експлуатації двигуна.

Постановка задачі. Двигун заниженої потужності швидко виходить з ладу, а двигун завищеної потужності перетворює енергію неефективно, тобто з високими питомими втратами в самому двигуні (низький ККД) і в мережі живлення (низький $\cos \varphi = P/S$).

Розв'язання задачі. Вирішення даної задачі не завжди є елементарним, часто виникають помилки, а оскільки найпростіших електроприводів мільйони, то можливі значні збитки. У випадках, коли навантаження незмінне, помилки викликані лише низькою кваліфікацією проєктувальників. Коли навантаження змінюється, вибір виявляється значно складнішим, що додатково ускладнюється недостатністю вихідної інформації, каталожних та паспортних даних. В окремих галузях промисловості аварійність електродвигунів коливається від 20 до 60-70% на рік, причому зазначені показники відрізняються навіть на однотипних підприємствах чи виробництвах. Характерно, що при загальному спаді виробництва кількість аварійних відмов машин не зменшується, а зростає. З врахуванням недовантаження електричних машин у нормальному технологічному режимі на 20-25% і зниженні продуктивності в 2,5 – 3 рази, витрати на ремонт двигунів можуть впритул наближається до вартості електроенергії, яку спожив би цей двигун за час експлуатації між двома ремонтами.

2. Другий шлях полягає в переході на енергозберігаючі двигуни та двигуни поліпшеної конструкції, призначені спеціально для роботи з регульованим електроприводом.

В енергозберігаючих двигунах за рахунок збільшення маси активних матеріалів (залізо, мідь), підвищуються номінальні значення ККД і $\cos \varphi$. Енергозберігаючі двигуни дають ефект при постійному навантаженні. Доцільність застосування енергозберігаючих двигунів повинна оцінюватися з врахуванням додаткових витрат, оскільки невелике (до 5%) підвищення номінальних ККД та $\cos \varphi$ досягається за рахунок збільшення маси заліза на 30-35%, міді на 20-25%, алюмінію на 10-15% і двигуна в цілому на 25-30% відносно звичайних двигунів. Очікується зміна методик проєктування двигунів, що відповідають їх застосуванню в складі саме регульованого електроприводу. Наприклад, асинхронний двигун, для якого відмова від традиційних вимог фіксованої амплітуди та частоти мережі живлення, прямого вмикання в мережу живлення, забезпечення заданої перевантажувальної здатності призводить до істотної зміни конструкції та різкого поліпшення характеристик.

Тенденції напрямку. Змінюється методика проєктування типів двигунів, розширюється їх номенклатура. Очевидно, що варто очікувати різкого

поліпшення характеристик по-новому спроектованих двигунів для регульованого електропривода, і відповідно коригування вимог до систем керування ними. Прогнозованим є зростання частоти живлення двигунів в регульованому електроприводі до 500 – 1000 Гц і вище та зниження індуктивності обмоток.

В даний час спостерігається зростання випуску електропривода із синхронними двигунами зі збудженням від постійних магнітів (так званий безконтактний вентильний двигун постійного струму). Ці двигуни мають найкращі масогабаритні показники. Також можна відмітити індукторний двигун, характеристики якого поліпшенні, що в комбінації зі спрощеним силовим перетворювачем дозволяє сподіватися на його масове застосування.

Перспективним є також синхронно-реактивний двигун, що за прогнозами матиме масогабаритні показники, що лежать в проміжку між відповідними рекордними значеннями синхронного та асинхронного двигунів, а за енергетичною ефективністю, можливо, перевищує їх, причому при нижчій вартості. Реактивні вентильні двигуни спрощують схеми комутаторів та якірних обмоток. При оптимізації кута випередження інвертора можна домогтися збільшення моменту та ККД привода. Існує оптимальний кут випередження в залежності від частоти обертання. Збільшення ККД досягається також за рахунок відповідного скорочення кроку обмотки.

3. Третій шлях полягає в усуненні проміжних передач. Суть проблеми полягає в тому, що електрична енергія доступна на фіксованій частоті (50 Гц), а механічна енергія необхідна в широкому спектрі частот (швидкостей). Методи, що розроблені багато років тому для вирішення цієї проблеми використовують дорогі системи, двигуни чи механічні регулятори.

До складу узагальненої схеми електропривода входять: перетворювач чи механічний регулятор, муфта, редуктор та робочий орган, що є частиною робочої машини.

4. Четвертий шлях полягає в підвищенні ефективності виконання технологічного процесу робочими установками та механізмами.

Промислові підприємства вимагають підвищення ефективності роботи технологічних процесів та механізмів, особливо вугільні шахти, які є великими споживачами електроенергії зі складним електроенергетичним господарством. Встановлена потужність окремих електроприймачів шахт складає десятки тисяч кВт при річному споживанні електроенергії в десятки і навіть сотні мільйонів кВт·год.

Економія електроенергії установками та механізмами за рахунок підвищення ефективності виконання технологічного процесу досягається шляхом:

- узгодження режимів роботи установки при зміні навантаження;
- підвищення ККД установки;
- регулювання продуктивності установки;
- виконання оптимальної циклограми та впорядкування графіка навантажень;
- забезпечення нормативного завантаження;

- контроль стану технологічної установки;
- застосування нових видів електропривода;
- впровадження організаційних заходів.

5. П'ятий шлях полягає у виборі раціональних режимів роботи та експлуатації електропривода.

Для цього здійснюють:

- вибір раціонального способу та діапазону регулювання швидкості електропривода в залежності від технологічних умов роботи машин та механізмів;
- вибір раціонального способу регулювання швидкості в залежності від характеру зміни навантаження;
- підвищення завантаження робочих машин;
- виключення режиму неробочого ходу;
- зниження напруги на затискачах двигуна;
- мінімізацію струму та втрат енергії асинхронного двигуна при зміні навантаження;
- оптимізацію динамічних режимів;
- використання синхронної машини як компенсатора реактивної потужності;
- використання акумуляторів енергії.

Вивчення технологічного режиму робочої машини є основою для можливого комплексу заходів, що забезпечують ефективність енергозбереження. При цьому мова може йти як про регулювання швидкості технологічного агрегату, так і про його керованість. Під терміном **«керованість»** розуміють можливість зміни параметрів технологічного режиму за рахунок певних методів впливу, в тому числі і найпростіших – періодичних пусків та зупинок.

6. Шостий шлях полягає у виборі раціонального типу електропривода для конкретної технологічної установки та переході від нерегульованого електропривода до регульованого.

Для цього здійснюють такі операції:

- аналіз технологічного процесу, умов експлуатації і, в результаті, розробку технічних вимог до електропривода;
- вибір перспективних варіантів систем електроприводів, їх техніко-економічне порівняння та вибір раціонального типу електропривода;
- розрахунок системи електропривода, в тому числі встановленої потужності та розробку системи керування ним;
- розробку конструкторської документації.

Застосування регульованого електропривода сприяє вирішенню задач по забезпеченню оптимальних режимів роботи механізмів, зниженню собівартості та підвищенню якості продукції, що випускається, зростанню продуктивності праці, підвищенню ефективності використання енергії, надійності та терміну служби устаткування.

7. Сьомий шлях полягає в поліпшенні якості електроенергії засобами силової перетворювальної техніки регульованого електропривода.

Регульований електропривод при роботі впливає на мережу електропостачання, що виражається в зниженні коефіцієнта потужності на вході перетворювача, коливаннях напруги в мережі та в спотворенні синусоїдальної форми напруги. Зниження коефіцієнта потужності збільшує реактивну потужність системи електропостачання (СЕП), що призводить до додаткових втрат напруги та енергії і вимагає збільшення пропускну здатності її елементів. В електричних мережах підприємства з сучасним устаткуванням все ширше застосування знаходять вентильні перетворювачі. Питома вага нелінійних навантажень безупинно зростає. В цих умовах рівень вищих гармонік у кривій напруги мережі нерідко досягає 10-15%.

5.3. Енергозбереження в житлово-комунальному господарстві. Децентралізоване енергопостачання

Житлово-комунальне господарство (ЖКГ) є одним із найбільших споживачів теплової енергії в Україні.

В секторі ЖКГ необхідно впроваджувати наступні енергозберігаючі заходи:

- використовувати енергетично ефективну побутову техніку та генеруюче обладнання;
- зменшувати втрати теплоти від огорожень (стін, вікон, дахів, підвалів) будинків та споруд;
- використовувати ізоляційні матеріали;
- удосконалювати теплові пункти та системи розподілу теплоти в середині будинків;
- здійснювати децентралізацію теплопостачання житлових районів;
- здійснювати облік споживання електричної та теплової енергії;
- здійснювати повторне використання вторинних енергетичних ресурсів;
- здійснювати широке використання нетрадиційних паливно-енергетичних ресурсів (теплоти ґрунту, енергії вітру, сонця);
- здійснювати використання систем акумулявання енергії;
- проводити ефективну тарифну політику.

В даний час проводяться активні пошуки альтернативних способів теплопостачання, що направлені на здешевлення послуг теплопостачання та підвищення їх якості. Системи централізованого теплопостачання активно втрачають навантаження, а з ним – можливості реконструкції та модернізації обладнання. Тому для нового будівництва розглядається варіант з індивідуальними системами теплопостачання за умови їх належного техніко-економічного обґрунтування.

Теплопостачання споживачів України забезпечується переважно промисловими та опалювальними ТЕЦ, великими та середніми районними опалювальними котельнями, дрібними автономними опалювальними котельнями, по-квартирними генераторами, джерелами теплових вторинних

енергоресурсів, нетрадиційними та відновлюваними джерелами енергії. Обладнання більшості ТЕЦ застаріле та не відповідає сучасним екологічним вимогам і нормативам, потребує реконструкції та модернізації.

Зношуваність старих трубопроводів теплових мереж веде до того, що тепловтрати в них складають до 60%. ККД старого котельного устаткування складає 60-70%, а з врахуванням втрат в тепломережах знижується до 50%. В якості прикладу можна привести Херсонську ТЕЦ, об'єктивна інформація щодо технічного стану якої була отримана за допомогою ультразвукової діагностики (УЗД). В результаті з'ясувалось, що 54% мережевих трубопроводів міста не мають істотного запасу робочого ресурсу. УЗД теплових мереж виявила численні прориви, з яких кожен годину в землю витікає 350 м³ гарячої води, що становить 45% від її загальної витрати.

Актуальність розвитку систем децентралізованої енергетики обумовлена, з одного боку – незадовільною якістю, ненадійністю та високою вартістю забезпечення теплових та електричних споживачів від централізованих джерел, а з іншого боку – появою на ринку України локальних високоефективних джерел тепла – електричних котлів, тепло-акумуляторів, малих газових котлів та міні котельень з високими значеннями коефіцієнта використання палива (твердого, рідкого та газового), когенераційних джерел теплопостачання та електропостачання, електромеханічних теплогенераторів, теплових насосів тощо.

Об'єктивними умовами впровадження автономних (децентралізованих) систем теплопостачання є: відсутність в ряді випадків вільних потужностей на централізованих джерелах у районах нової забудови; великі втрати теплової енергії в магістральних та розподільчих мережах. Сучасні тенденції змін цін на природний газ обумовлюють значні складнощі подальшого розвитку в Україні традиційних паротурбінних ТЕЦ. При цьому необхідно розуміти, що повна відмова від централізованого опалення практично неможлива, оскільки його частка в нашій державі є дуже великою. Порівняння екологічних впливів централізованих та децентралізованих джерел теплопостачання на навколишнє середовище в зонах щільного проживання мешканців свідчить про суттєві переваги великих ТЕЦ та котельних, особливо тих, що розташовані за межами міст.

На даний час для впровадження децентралізованих джерел теплоти необхідні нижчі капіталовкладення, а їх перевагою є можливість повної автоматизації режимів роботи, підтримки комфортних умов за власним бажанням споживачів, зниження втрат теплоти через відсутність зовнішніх теплових мереж, значне зменшення витрат на ремонт і обслуговування устаткування, відсутність необхідності відведення землі під теплові мережі та котельні. Сучасні квартирні тепло генератори на газовому паливі мають ККД більше 92%. Коефіцієнт корисного використання палива у міській котельні значно нижчий.

До основних енергозберігаючих установок для генерації теплової енергії в побуті та промисловості при децентралізованому енергопостачанні відносять: побутові газові та електричні водонагрівачі та котельні установки,

локальні акумуляційні водонагрівачі; когенераційні установки малої потужності, установки гідродинамічного нагрівання (УГД), що отримали назву «Термер»; теплові насоси.

Побутові водогрійні котли. Ринок побутових котлів та конвекторів в Україні досяг європейського рівня розвитку та продовжує інтенсивно розвиватися. Їх виробництво переросло в окрему галузь машинобудування, що здатна задовольнити потреби вітчизняного ринку та має істотний експортний потенціал в країні Співдружності незалежних держав (СНД), а окремі виробники досягли європейського рівня виробництва. Вітчизняні котли малої потужності за основними експлуатаційними показниками та якістю не поступаються іноземним (ККД 92-95%) та розраховані на специфічні умови експлуатації в країні. Закордонні побутові газові двоконтурні конденсаційні котли (ККД до 109%) поєднують в собі надійність та високу ефективність при споживанні незначної кількості енергії, що досягається за рахунок використання тепла конденсації. Вони забезпечують заощадження на опаленні без економії на комфорті, але їх недоліком є досить висока питома вартість.

Основними категоріями споживачів побутових котлів малої потужності (до 30 кВт) в Україні є:

- жителі індивідуальних будинків в селах та невеликих містах (димохідні котли);
- жителі багатоквартирних будинків в районних центрах та малих містах (переважно парпетні котли), обласних центрів та котеджів (настінні котли).

Споживачами котлів потужністю 50 – 100 кВт є школи, дитячі садки та організації малого та середнього бізнесу.

Міні ТЕЦ. Останнім часом знаходять все ширше застосування малі теплоелектроцентралі (міні ТЕЦ, мікро ТЕЦ), основу яких складають працюючі в когенераційному режимі електроагрегати з приводом від дизеля або поршневого двигуна; котли-утилізатори вихлопних газів; водогрійні або парові котли.

Перспективною є надбудова на діючих котельнях дизельних двигунів, що працюють в газу дизельному режимі. При цьому витрачається 85-90% природного газу та 10-15% моторного палива при коефіцієнті використання палива 75-80%. Вартість дизельних двигунів в 1,8 – 4 рази нижча від газу поршневих та газотурбінних установок.

З огляду на обмеження будівництва джерел енергії на природному газі, когенераційні установки невеликої та середньої потужності можуть знайти застосування при використанні альтернативних джерел палива, таких як біогаз різного походження, коксовий газ, шахтний метан.

Електричні нагрівачі. В світовій енергетиці накопичений значний досвід застосування електричного нагріву в системах тепlopостачання споживачів. При збереженні існуючої структури генерації електроенергії, для якої використовується переважно вугілля та уран і підвищення вартості та збільшенні ризику дефіциту імпортованих енергоносіїв, істотно підвищується роль електричної енергії як засобу витіснення імпортованих палив з паливно-енергетичного балансу України.

Електроенергія являє собою універсальний енергоносіє. Зручність передачі та використання, легкість створення електросилових установок та екологічна чистота обумовили створення в промислових країнах світу розвинутої інфраструктури електропостачання. Електроенергія забезпечує найбільш комфортні умови обігріву, гарячого водопостачання, вентиляції та кондиціонування приміщень, готування їжі.

Системи електронагріву в силу високої інерційності процесів передачі тепла мають низьку чутливість до режимів споживання електроенергії. Ця властивість посилюється за рахунок застосування акумуляторів тепла. При цьому система електричного нагрівання може служити ефективним споживачем – регулятором, що допускає багатогодинні перерви електропостачання без істотного погіршення якості теплопостачання. Системи акумуляційного нагріву широко застосовують в США, Австралії, Новій Зеландії, країнах південної Європи. В регіонах центральної та північної Європи застосовують електричне опалення з акумуляційними електричними котлами.

Акумуляційні водонагрівачі. Найбільш широке впровадження в світі, зокрема, в країнах Європейського Союзу (ЄС) знаходять акумуляційні водонагрівачі (АВН). Загальне споживання електроенергії АВН країн Євросоюзу оцінюється в приблизно 15% від загального споживання електроенергії житловим сектором ЄС. Системи АВН використовують близько 30% домогосподарств ЄС.

На цей час відомо багато технологій та пристроїв, що дозволяють ефективно використовувати електричне нагрівання для заміщення водогрійних та парових котлів в системах теплопостачання. До них належать, зокрема, електричні котли резистивного та ємнісного типів. Сучасна номенклатура електричних котлів забезпечує практично будь-які параметри відпуску тепла.

Однак при реконструкції та модернізації існуючих систем теплопостачання з заміною тільки теплогенеруючого обладнання при збереженні трубопроводів та приладів контуру, що гріє, застосування електричних котлів не завжди прийнятне за умовами корозійної стійкості тепломережі під дією струмів витоків та за умовами електричної безпеки.

Гідродинамічні водонагрівачі. Виключити контакт струмоведучих частин з рідиною, що нагрівається, забезпечивши безпеку та довговічність опалювальної системи, дозволяє механічне нагрівання води. Всі пристрої механічного нагрівання рідини використовують ефект гідродинамічного перетворення механічної енергії в теплову. Виділення тепла в об'ємі рідини збільшується з ростом швидкості руху її часток.

Найбільші швидкості нагрівання рідин, а отже і об'ємної щільності виділення тепла, забезпечують гідродинамічні установки (УГД) «Термер», які розроблено інжиніринговою компанією «Гідротрансмаш». В Україні за допомогою УГД «Термер» забезпечується ефективне вирішення задач теплопостачання. Вони постачаються в блоковому виконанні, можуть встановлюватися в осередках існуючих котлів, приєднуватися до існуючих теплових мереж та нагрівати мережну воду відповідно до будь-якого графіку теплопостачання.

Теплові насоси. Теплові насоси в Україні використовуються для забезпечення тепловою енергією в основному в комерційній діяльності, де вони більш вигідні для власників, ніж теплопостачання від централізованих мереж. За даними фірм-виробників, щорічний обсяг реалізації повітряних кондиціонерів та реверсивних теплових насосів в Україні складає 140 тис. од., половина з яких використовується в Києві, інші – на Донбасі та в Криму.

Виходячи з проведеного аналізу основних тенденцій світового розвитку систем теплопостачання, випливає, що в Україні, як і в цілому в світі, будуть відбутися радикальні зміни в структурі джерел теплопостачання. Прогнозується поступове витіснення газових котелень та ТЕЦ новими технологіями. Враховуючи обмежені запаси вуглеводневих палив, постійне зростання потреб в теплі, підґрунтям енергетичної політики в галузі теплопостачання має стати енергозбереження в сфері споживання та докорінне підвищення енергетичної ефективності в сфері генерації, транспортування та розподілу тепла. Реалізація енергозберігаючих заходів у секторі споживання передбачає перехід на сучасні норми та стандарти у громадянському будівництві, в першу чергу – у сфері будівництва та реконструкції житлового фонду, а також в усіх галузях промисловості. Головним напрямом розвитку систем генерації, транспортування та розподілення тепла має стати зниження рівнів споживання природного газу за рахунок підвищення ефективності його використання, розвитку систем теплопостачання на базі електричної енергії, вугілля, нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії, вторинних енергетичних ресурсів, природних теплових ресурсів тощо.

З врахуванням сезонних змін температур повітря в певних кліматичних зонах України тривалість використання газових котлів становитиме в таких системах не більше 10% від тривалості опалювального сезону, в той час як решту часу будуть працювати теплові насоси. Влітку вони будуть виконувати функції кондиціонування приміщень.

Розділ 6.

ЛІМІТИ ТА ПАСПОРТИЗАЦІЯ ОБ'ЄКТІВ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ, КЛАСИ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СПОЖИВАЧІВ

6.1. Ліміти енергоспоживання та їх практичне виконання

У період стрімкого зростання цін на енергоносії чи не єдиною можливістю стабілізації енергетичного ринку через управлінські рішення стає введення обмежень на споживання енергії (лімітування). Цей підхід дозволяє зменшити споживання енергії, у тому числі за рахунок усунення марнотратства. Тож лімітування споживання енергії можна розглядати не лише як тимчасовий захід на шляху до вирішення проблеми управління енергоспоживанням, але

одночасно і як необхідний захід щодо формування ощадливої поведінки споживачів енергетичних послуг.

Лімітування обсягів спожитих енергоресурсів необхідно проводити у розрізі кожної окремої будівлі для кожної галузі. Це складний і трудомний процес, який в результаті забезпечує скорочення споживання енергоресурсів будівлями за умов дотримання санітарно-гігієнічних норм.

Основним показником за яким можна порівняти між собою ефективність використання енергоносіїв для організацій бюджетної сфери є питоме енергоспоживання на 1 м^2 за рік ($\text{кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2 \text{ рік}$).

При плануванні лімітів також необхідно детально вивчити та проаналізувати динаміку споживання енергоресурсів у будівлі протягом кількох років, врахувавши зміни, які плануються і ті, які вже відбулись (технічне переоснащення, ремонти, зміна площ і обладнання тощо).

Отже, вивчивши всі дані з'являється можливість запланувати ліміти енергоспоживання протягом року. Для побудови базової лінії енергоспоживання необхідно дослідити зміни в обсягах споживання щонайменше протягом трьох років.

Основними причинами високих показників витрат енергоресурсів в бюджетних установах є:

- відсутність контролю керівництва за витратами енергоресурсів;
- відсутність лімітів споживання енергоресурсів;
- відсутність енергетичних паспортів;
- відсутність приладів обліку енергоресурсів, теплової енергії та холодної води в багатьох установах;
- відсутність автоматичного регулювання систем освітлення, а також неправильний вибір освітлювальних приладів та джерел світла;
- відсутність автоматизації регулювання систем опалення;
- значні втрати тепла через огорожувальні конструкції і вікна.

Таблиця 6.1.

Рекомендовані енергозберігаючі заходи для бюджетних установ

№ п/п	Назва заходу	Межа річної економії, %
Системи електроживлення		
1.	Підтримка номінальних рівнів напруги в мережі.	1-2% на 1% підвищення напруги вище $U_{ном}$.
2.	Зменшення числа особистих електроприладів (кип'ятильники, кавоварки, електричні чайники тощо).	5-20%.
3.	Системи моніторингу споживання електроенергії.	10-20%.
Системи освітлення		
1.	Подальше зменшення використання ламп	До 55% від

	розжарення і заміна їх на енергозберігаючі.	спожитої ними електроенергії.
2.	Фарбування приміщень у більш світлі тони.	5-10% від спожитої ними електроенергії.
Системи опалення		
1.	Створення інструкцій з експлуатації, управління та обслуговування систем опалення і періодичний контроль зі сторони керівництва установ за їх виконанням.	5-10% від спожитої теплової енергії.
2.	Оснащення систем опалення лічильниками витрат.	10-100% від спожитої теплової енергії.
3.	Зменшення споживання теплової енергії за рахунок автоматизації систем опалення шляхом встановлення індивідуальних теплових пунктів (ІТП).	20-30% від спожитої теплової енергії.
4.	Зниження втрат тепла шляхом утеплення дверей та вікон.	10-20%.
5.	Зниження трансмісійних втрат через віконні прорізи шляхом установки третього скла або плівки ПВХ в між рамному просторі вікон.	15-30%.
6.	Покращення теплової ізоляції стін, підлоги та дахів.	15-60%.
7.	Зняття декоративних огорож із радіаторів опалення та встановлення відбиваючих екранів за радіаторами.	2-10%.
Системи гарячого водопостачання (ГВП)		
1.	Складання інструкцій з експлуатації, управління та обслуговування систем ГВП і періодичний контроль з боку керівництва установи за їх виконанням.	5-10% від споживання гарячої води.
2.	Оснащення систем ГВП лічильниками витрат гарячої води.	10-20% від споживання гарячої води.
3.	Зниження споживання за рахунок оптимізації витрат і регулювання температури.	10-20% від споживання гарячої води.
4.	Своєчасне усунення витоків.	5-10% від споживання гарячої води.
Системи вентиляції		
1.	Заміна застарілих вентиляторів із низьким ККД на сучасні з більш високим ККД.	20-30% від спожитої ними

		електроенергії.
2.	Застосування частотного регулювання швидкості обертання.	20-30%.
3.	Регулювання подачі вітродувок шиберами на вході замість регулювання на нагнітання.	До 15%.
4.	Регулювання витяжної вентиляції шиберами на робочих місцях замість регулювання на нагнітання.	До 10%.
5.	Відключення вентиляційних установок під час обідніх перерв і в неробочий час.	10-50%.
6.	Застосування блокування індивідуальних витяжних систем.	20-30%.
7.	Застосування блокування вентилятора повітряних завіс із механізмами відчинення дверей.	До 70% від спожитої ними електроенергії.
8.	Застосування пристроїв автоматичного регулювання та керування вентиляційними установками в залежності від температури зовнішнього середовища.	10-15%.
Системи кондиціонування		
1.	Вмикання кондиціонерів лише за необхідності.	20-60% від спожитої ними електроенергії.
2.	Виключення перегріву і переохолодження повітря в приміщенні.	До 5%.
3.	Підтримка в робочому стані регуляторів, поверхонь теплообмінників та обладнання.	2-5%.
Системи водозабезпечення		
1.	Зменшення витрат і втрат води.	До 50% від об'єму спожитої води.
2.	Встановлення лічильників витрат води.	До 20% від об'єму спожитої води.
Котельні		
1.	Складання інструкцій та режимних карт експлуатації, управління та обслуговування обладнання і періодичний контроль з боку керівництва установи за їх виконанням.	5-10% від спожитого палива.
2.	Підтримка оптимального коефіцієнта надлишку повітря і гарного змішування його з паливом.	1-3%.
3.	Установка водяного поверхневого економайзера за котлом.	До 5-6%.
4.	Застосування за котлоагрегатами установок глибокої утилізації тепла, установок використання	До 15%.

	прихованої теплоти, контактних теплообмінників (утилізація тепла вихлопних газів).	
5.	Підвищення температури живильної води на вході в барабан котла.	2% на кожні 10 °C.
6.	Підігрів живильної води у водяному економайзері.	1% на кожні 6 °C.
7.	Утримання в чистоті зовнішніх і внутрішніх поверхонь нагріву котла.	До 10%.
8.	Використання тепловиділень від котлів, шляхом забору теплого повітря з верхньої зони котельного залу і подачею його в всмоктувальну лінію дуттєвого вентилятора.	1-2%.
9.	Теплоізоляція зовнішніх і внутрішніх поверхонь котлів і трубопроводів, ущільнення клапанів і тракту котлів (температура на поверхні обмурівки не повинна перевищувати 55 °C).	До 10%.
10.	Установка систем обліку витрат палива, електроенергії, води та відпуску тепла.	До 20%.
11.	Автоматизація управління роботою котельні.	До 30%.
12.	Застосування частотного привода для регулювання швидкості обертання насосів, вентиляторів та димососів.	До 30% від спожитої ними електроенергії.

Також необхідно зауважити, що існують випадки, коли, впровадивши певний енергозберігаючий захід, не вдається досягти економії. Справа в тому, що сьогодні є установи, в яких використовується застаріле обладнання, яке не забезпечує комфортних умов (низька температура у приміщеннях, непрацюючі прилади тощо). Реалізувавши захід спостерігається збільшення обсягів споживання енергії, разом із тим встановлюються комфортні санітарно-гігієнічні умови для працівників та відвідувачів відповідних установ. Тому впроваджуючи заходи з енергозбереження, необхідно аналізувати не тільки обсяги споживання енергії, але і комфортність.

6.2. Паспортизація енергоспоживаючих об'єктів

Наказом Держкоменергозбереження №101 від 14.11.1997 р. «Щодо проведення паспортизації енергоспоживаючих об'єктів» впровадження енергетичного паспорта дає можливість створення інформаційної бази даних про стан використання та резерви економії паливно-енергетичних ресурсів і створить умови для розробки заходів із енергозбереження на перспективу. Паспорт призначений для відображення фактично наявного енергогенеруючого, енергоспоживаючого та енергопостачального обладнання, енергоспоживаючих технологічних процесів, цехів, споруд та ін., їх характеристик та стану

використання ПЕР у виробництві, залучення до енергетичного балансу вторинних енергетичних ресурсів, поновлюваних та альтернативних джерел енергії та інші відомості, які забезпечують можливість аналізу стану енергоспоживання підприємства і ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів та розробки заходів щодо енергозбереження, розвитку та технічного переозброєння.

Паспорт заповнюють в одному примірнику та зберігають енерговикористовуючі підприємства: промислові, будівельні, транспортні, сільськогосподарські, комунальні, культурно-побутові, а також промислово-виробничі та районні котельні, підприємства об'єднаних котельень та теплових мереж усіх форм власності і підпорядкування, які мають проектну потужність по споживанню паливно-енергетичних ресурсів (зведених до умовного палива) за рік не менше, як 1000 т у. п., або теплової енергії – 3000 Гкал і більше, незалежно від джерел їх надходження, або з приєднаною електричною потужністю, незалежно від джерел постачання, 100 кВт і більше. Термін дії Паспорта – 5 років.

В енергетичному паспорті міститься: якнайповніша інформація про споживання енергетичних ресурсів для потреб вентиляції та кондиціонування, про енергоспоживаюче обладнання для потреб водоспоживання, про надходження та використання води, газопостачання, установки із газами, газове обладнання, споживання та виробництво електроенергії, потенціал економії електроенергії, енергозбереження, системи і прилади обліку паливно-енергетичних ресурсів, альтернативні джерела енергії, вторинні, поновлювані енергетичні ресурси, споживання та виробництво пального, потенціал економії пального, теплопостачання, теплоізоляційне та теплотехнічне устаткування, електропостачання, електрообладнання, узагальнені показники споживання теплової енергії, електроенергії, енергоємність та теплоємність продукції, дані про економію паливно-енергетичних ресурсів, витрати на науково-дослідні роботи з економії ПЕР, витрати на впровадження заходів із економії, річний економічний ефект, окупність витрат, питомі витрати коштів для економії одиниці паливно-енергетичних ресурсів, загальна кількість механічних двигунів, автомобілів, залізничного транспорту і т.д.

До енергетичного паспорта існуючої будівлі обов'язково додається техніко-економічне обґрунтування рекомендованих енергетично ефективних заходів. Форма паспорта енергетичної ефективності будівлі та порядок його складання затверджується спільним рішенням уповноважених органів державного управління.

В енергетичному паспорті будівлі зазначається:

1. Адреса будівлі.
2. Клас її енергетичної ефективності.
3. Відомості про тип, функціональне призначення та конструкцію будівлі, її поверховість, об'єм та загальну площу.
4. Мінімальні вимоги до енергетичної ефективності будівель, що стосуються такої будівлі.

5. Визначенні відповідно до законодавства розрахункові/фактичні показники енергетичної ефективності будівлі.

6. Рекомендації щодо підвищення рівня енергетичної ефективності будівлі (для існуючих будівель), що враховують місцеві кліматичні умови та є технічно і економічно здійсненними.

7. Прізвище, ім'я та по-батькові фахівця з енергетичної ефективності будівель, що склав паспорт енергетичної ефективності будівлі, його номер у Державному реєстрі фахівців з енергетичної ефективності будівель та контактна інформація.

6.3. Класи енергетичної ефективності будівель та їх визначення

Для оцінки енергетичної ефективності будівель у багатьох країнах використовується наступний підхід. Всю енергію, яка надходить у будівлю за рік (опалення, електрика, гаряча вода), підсумовують, а отриману величину ділять на площу будівлі. Таким чином, отримують питоме енергоспоживання будівлі за рік. Цю величину для різних об'єктів можна порівнювати і робити висновки про енергетичну ефективність тієї чи іншої будівлі.

Енергетична ефективність будівлі – властивість будівлі, її конструктивних елементів та інженерного обладнання забезпечувати протягом очікуваного життєвого циклу цієї будівлі побутові потреби людини та оптимальні мікрокліматичні умови для її перебування (проживання) у приміщеннях такої будівлі при нормативно допустимих (оптимальних) витратах енергетичних ресурсів на опалення, освітлення, вентиляцію, кондиціювання повітря, нагрівання води з урахуванням місцевих кліматичних умов.

Під час визначення енергетичної ефективності будівель необхідно враховувати:

1. Місцеві кліматичні умови.
2. Функціональне призначення, тип, архітектурно-планувальне та конструктивне рішення будівлі.
3. Геометричні, теплотехнічні та енергетичні показники будівлі.
4. Нормативні санітарно-гігієнічні параметри мікроклімату приміщень будівлі.
5. Довговічність огорожувальних конструкцій під час експлуатації будівлі.
6. Показники енергетичних характеристик інженерного обладнання.

У Данії було розроблено шкалу класів енергетичної ефективності, які визначаються залежно від питомого енергоспоживання та типу будівлі. Зрозуміло, що, наприклад, дитячий садок має споживати більше, ніж адміністративні споруди. Методика визначення класу енергетичної ефективності в ідеалі реалізована міжнародною компанією Display. До кампанії можуть долучитись лише адміністративно-територіальні одиниці (міста, села, селища тощо). Сплативши одноразові членські внески, учасник отримує через Інтернет доступ до спеціалізованого програмного забезпечення, яке на основі введених

даних визначає клас енергетичної ефективності. Більше того, програмне забезпечення формує плакат із основними показниками споруди та порадами з їх покращення, плакат може бути завантажений та надрукований і розміщений на об'єкті. Передумовою ефективного використання наданого програмного забезпечення є повноцінний облік енергоносіїв та деяких додаткових даних (технічний стан споруди, температурні дані і т. ін.).

Приклад спрощеного аналізу. Більшість об'єктів у різних областях України може бути віднесена до однієї з нижче наведених груп споруд (табл. 6.2).

Таблиця 6.2.

Класи енергоефективності деяких споруд відповідно до Датської шкали

Річне питоме енергоспоживання, <i>кВт·год/м²</i>	A	B	C	D	E	F	G
Школи, адміністративні споруди	<75	75-140	140-205	205-270	270-335	335-400	>400
Соціально-культурні споруди	<75	75-160	160-245	245-330	330-415	415-500	>500
Дитячі садочки	<75	75-145	145-215	215-285	285-335	335-425	>425
Лікарні	<150	150-225	225-300	300-375	375-450	450-525	>525

Для визначення класів енергетичної ефективності споруд використовуються наступні дані: споживання палива (дрова, газ, вугілля тощо), споживання теплової енергії (при центральному опаленні), площа будівлі, споживання електричної енергії.

Алгоритм визначення класу енергетичної ефективності. Для розрахунків потрібно перевести натуральні показники споживання енергії на об'єкті у розмірність *кВт·год*. У залежності від типу опалення (власне чи центральне) розрахунок ведеться за різними формулами. У випадку власного опалення:

$$EN = \frac{Nk}{859,8},$$

де EN – енергія від спалювання різних видів палива при автономному опаленні, *кВт·год/рік*; N – річне споживання палива у натуральних показниках: *тонн умовного палива, м³, л* тощо. Ці дані можна отримати, запровадивши облік енергоносіїв. Більшість областей України вже публікують на своїх Інтернет сторінках дані про розрахунки за енергоносії; k – питома теплота згоряння конкретного виду палива (табл. 7.2); 859,8 – кількість ккал еквівалентна 1

$\text{кВт} \cdot \text{год}$, тобто це коефіцієнт для перетворення кілокалорій у розмірність $\text{кВт} \cdot \text{год}$.

Таблиця 6.3.

Питома теплота згоряння деяких видів палива

Природний газ	7960 <i>ккал/м³</i>
Дизельне паливо	10000 <i>ккал/кг</i>
Дрова (вологість 20%)	3268 <i>ккал/кг</i>
Мазут	9700 <i>ккал/кг</i>
Торфокрихта	2508 <i>ккал/кг</i>
Торфобрикет	4650 <i>ккал/кг</i>
Антрацит	7000 <i>ккал/кг</i>
Вугілля кам'яне	5000-7200 <i>ккал/кг</i>
Пелети	4300 <i>ккал/кг</i>

Якщо об'єкт підключений до системи централізованого опалення, використовується формула:

$$EQ = \frac{Q \cdot 1000000}{859,8},$$

де EQ – річне споживання теплової енергії, $\text{кВт} \cdot \text{год}$; Q – річне споживання теплової енергії, *Гкал*.

Далі потрібно додати отримані значення енергоспоживання і розділити на площу об'єкта:

$$E = \frac{EN + EQ + EE}{S},$$

де E – річне питома енергоспоживання на об'єкті, $\text{кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^2$; EE – сукупне річне споживання електричної енергії об'єктом, $\text{кВт} \cdot \text{год}$; S – площа об'єкта, м^2 .

Фактично E – це значення, за яким визначається клас енергетичної ефективності за наведеною шкалою (табл. 6.2).

Розділ 7.

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

7.1. Екологічні аспекти енергозбереження

Техногенне навантаження на території України в 6 – 7 разів вище, ніж в середньому в розвинених країнах Європи. За оцінками Міжнародного інституту менеджменту довкілля (Швейцарія), якщо до 1989 року розміри щорічних втрат України від погіршення залюдненого середовища становили 15-20% валового

національного доходу, то під кінець XX ст., перевищили 35% і стали найбільшими у світі. Тільки на мінімізацію наслідків аварії на Чорнобильській АЕС Україна щорічно витрачає близько 1 млрд. дол. США. Навіть без урахування наслідків Чорнобильської катастрофи питоме забруднення на одиницю території України є найбільшим в Європі. Зони «екологічного лиха» охоплюють понад 15% усієї території України: це Чорнобильська зона, Донбас, Кривбас, Придніпров'я, Придністров'я, Північний Крим, узбережжя Чорного та Азовського морів.

Брак необхідного устаткування та ефективних технологій очищення негативно впливає на розв'язання проблем уловлювання та утилізації шкідливих речовин. Надмірні викиди промислових підприємств і транспортних засобів завдали шкоди атмосфері таких великих індустріальних міст, як: Донецьк, Горлівка, Дзержинськ, Маріуполь, Макіївка, Слов'янськ, Єнакієве, Одеса, Дніпропетровськ, Харків, Запоріжжя, Луганськ. Високий рівень забруднення в цих містах переважно зумовлений підвищеним вмістом у повітрі специфічних шкідливих речовин (бензопірену, формальдегіду, фенолу, аміаку) пилу і двоокису азоту. Основними джерелами забруднення повітря є підприємства енергетичної, вугільної та металургійної галузей, а також викиди транспортних засобів.

В даний час в Україні найвагомим стаціонарним джерелом забруднення атмосферного повітря є енергетика. Це відноситься як власне до енергетики, що використовує до 40% всього органічного палива, так і підприємств малої енергетики. Збиток, заподіюваний шкідливими викидами в атмосферу, що надходять від дрібних теплових установок, на одиницю спалюваного палива є в 5 разів вищим, ніж від теплоелектроцентралей і конденсаційних електростанцій (КЕС). Це пов'язано зі специфікою розміщення дрібних котелень, промислових і опалювальних печей у зонах з високою концентрацією населення та відсутністю технічних засобів, що забезпечують ефективне спалення шкідливих викидів, які становлять від 25 до 50% усіх викидів. Як наслідок, рівень загазованості цілого ряду великих промислових центрів залишається високим. На долю традиційної енергетики припадає не менше 30% всіх викидів в атмосферу від загальної кількості. В цих умовах надзвичайно важливою є інтеграція енергетики й екології, взаємозв'язок екологічних аспектів енергетики та енергетичних аспектів екології. Їх необхідно правильно формулювати й неухильно відстежувати на всіх етапах енергопостачання та енергоспоживання. Лише в цьому разі можлива реалізація природоохоронної стратегії розвитку енергетики України відповідно до зобов'язань, прийнятих державою 1992 р. у Ріо-де-Жанейро.

Одним із пріоритетних напрямів розвитку України та забезпечення її екологічної безпеки є охорона довкілля. Територія України є техногенно-перенасиченою небезпечними об'єктами. Масштаби забруднення довкілля в низці регіонів держави досягли критичного рівня. У різних країнах на електроенергетику припадає 25-35% загальних викидів CO_2 , причому ця частина зростає зі збільшенням валового національного продукту (ВНП).

Усі ТЕС світу, виробляючи 80% загальних обсягів енергії, викидають в атмосферу 50% промислових забруднюючих викидів. Для будівництва кожного блока-мільйонника АЕС потрібно 600 га земельних ресурсів, безповоротні втрати води під час експлуатації такого блока становлять 30 млн.м³ / рік, а утворені рідкі відходи – до 100 тис.м³ / рік.

Вплив енергетики на природне середовище полягає не тільки в значних об'ємах викидів шкідливих речовин, а й у виведенні з природокористування значних територій, у дії на клімат, у складанні величезних обсягів вторинної сировини. Таким чином, досягти екологічної безпеки країни можна лише за умови підвищення енергетичної безпеки в усіх аспектах і складових ефективності виробництва, перетворення, передачі і використання ПЕР. В Україні необхідно створювати систему екологічної безпеки, що враховує особливості вітчизняної економіки та паливно-енергетичного комплексу.

Передові країни світу, керуючись **концепцією «витрати на попередження забруднення»**, усе більше уваги приділяють: природоохоронним заходам, випуску екологічно чистої продукції, впровадженню орієнтованої стратегії економічного зростання як єдиного перспективного напрямку досягнення стійкого розвитку. Економіка розвинених країн дедалі більше стає ресурсозберігаючою, високими темпами розвивається екоіндустрія.

Протокол Конвенції ООН (Кіото, 1997 р.) щодо лімітації викидів парникових газів передбачає «торгівлю» ними в межах виділених квот.

Для комплексного наукового обґрунтування реалізації ядерної політики і заходів щодо екологічної безпеки в Україні в 1997 році створена **Комісія з питань ядерної політики і екологічної безпеки при Президенті України, основними завданнями якої є:**

– подавати Президенту, Раді національної безпеки і оборони України (РНБОУ) пропозиції щодо формування та реалізації державної ядерної політики, забезпечення радіаційної та екологічної безпеки;

– брати участь у розробці проектів законів України, актів Президента України, загальнодержавних та інших програм з питань у межах своїх повноважень; вивчення й узагальнення вітчизняного і зарубіжного досвіду щодо розв'язання проблем, пов'язаних з ядерною, радіаційною та екологічною безпекою, використанням ядерної енергії; внесення пропозицій стосовно впровадження в Україні новітніх досягнень.

7.2. Відновлювальні джерела енергії. Основні технології відновлюваної енергетики

Відновлювана енергетика – енергетична галузь, що спеціалізується на отриманні та використанні енергії з відновлюваних джерел енергії. До відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) належать періодичні або сталі потоки енергії, що розповсюджуються в природі: променева енергія Сонця, вітер, гідроенергія, природна теплова енергія тощо. Потік сонячного проміння на

Землю, який отримує енергію завдяки термоядерному синтезу в глибині Сонця є джерелом більшості видів відновлюваної енергії, за винятком геотермічної енергії та енергії припливів і відливів.

Термін «відновлювана енергетика» використовується на протигагу використання енергоносіїв, таких як видобуток корисних копалин. У широкому розумінні ці джерела енергії теж поновлювані, але не за мірками тривалості життя людини, оскільки процес їхнього утворення вимагає сотень мільйонів років, а їхнє використання проходить набагато швидше.

Основною відмінністю відновлюваних джерел енергії є те, що вони не знищуються під час використання, на відміну від мінеральних палив, які споживаються для вироблення енергії. Застосування відновлюваної енергії людиною потребує наявності технологій використання енергії сонячного світла, вітру, морських хвиль, водних течій, біологічних процесів, таких як анаеробний розклад, біологічне вироблення водню та геотермальних теплових джерел.

Масове виробництво електричної енергії з використанням ВДЕ набуло популярності лише нещодавно, що відображає побоювання людей вичерпати мінеральне паливо, бажання зменшити основні загрози від зміни клімату, соціальних та політичних ризиків через широке використання мінеральних палив та атомної енергетики. В даний час ВДЕ є найшвидше зростаючим сектором виробництва електроенергії.

Багато країн світу значну частку своїх потреб в електроенергії забезпечують відновлювальною енергетикою, а деякі з них (Норвегія, Ісландія) всі 100% потрібної їм електроенергії добувають з відновлювальних джерел енергії (враховуючи гідроелектростанції). Навіть енергетичні плани таких гігантів світової економіки як США та Китаю передбачають найближчими роками поступове збільшення відновлювальної енергетики до частки понад 30%.

Інвестиції та економічне зростання в галузі ВДЕ прискорюється на ринках країн, що розвиваються, де вони допомагають задовольняти попит на електроенергію, що швидко зростає, а також допомагають здійснити диверсифікацію в постачанні енергії. За прогнозами Міжнародного енергетичного агентства (МЕА) країни, що не є членами Організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР), в тому числі Китай, мають забезпечити 60% світового зростання в галузі ВДЕ до 2018 року.

Цінність окремих технологій відновлювальної енергетики визначається тим, яку кількість традиційних енергоресурсів вони можуть замінити. ГЕС, ВЕС, фотоелектричні установки можуть виробити майже втричі більше електроенергії, ніж отримується за рахунок спалювання викопного палива.

В Україні дослідження проблем відновлюваної енергетики займається, зокрема, Інститут відновлюваної енергетики Національної академії наук України (НАНУ), Міжгалузевий науково-технічний центр, інші науково-дослідні установи та приватні підприємства. Після приєднання до Європейського енергетичного співтовариства Україна взяла на себе зобов'язання до 2020 року виробляти 11% електроенергії із ВДЕ.

До основних технологій відновлюваної енергетики відносять: вітрову, сонячну, геотермальну енергетику, гідроенергетику, біоенергетику та біопаливо.

Вітроенергетика. Сучасні вітрові турбіни мають номінальну потужність від 600 кВт до 5 МВт. Найпоширенішими в комерційному застосуванні, наразі, є повітряні турбіни з номінальною потужністю в діапазоні 1,5 – 3 МВт. Потужність вітрової турбіни має кубічну залежність від швидкості вітру, тобто потужність зростає ще швидше, ніж швидкість вітру. Найкращими для розташування вітрових електростанцій є місцевості з потужними та стійкими вітрами, такі як прибережні смуги та вершини гір.

Сонячна енергетика. Сонячною енергією називають енергію, отриману від сонячного випромінювання.

Шляхами застосування енергії сонячного випромінювання є:

- генерування електричної енергії із використанням сонячних елементів;
- генерування електричної енергії із використанням концентраторів сонячного випромінювання;
- генерування електричної енергії шляхом нагрівання стисненого повітря для обертання турбін;
- обігрівання будівель через систему пасивного обігріву;
- нагрівання продуктів харчування в сонячних печах;
- нагрівання води або повітря для господарчих потреб в геліоколекторах;
- нагрівання та охолодження повітря із використанням сонячних каменів;
- кондиціонування повітря.

Геотермальна енергетика. Промислове отримання енергії, зокрема електроенергії, з гарячих джерел, термальних підземних вод називають геотермальною енергетикою.

Геотермальна енергія (природне тепло Землі), акумульована в перших десятих кілометрах Земної кори, за оцінками експертів в 10 разів перевищує геологічні ресурси всіх видів палива разом узятих. З усіх видів геотермальної енергії найкращі економічні показники мають гідрогеотермальні ресурси – термальні води, пароводяні суміші та природна пара. Гідрогеотермальні ресурси, які використовуються в даний час, складають тільки 1% від загального теплового запасу надр. Перспективними в цьому відношенні вважають райони, в яких зростання температури з глибиною відбувається досить інтенсивно, властивості гірських порід дозволяють одержувати з тріщин значні кількості нагрітої води або пари, а мінеральний склад термальних вод не створює додаткових труднощів в боротьбі з корозією устаткування та відкладенням солей. В цьому випадку теплоносієм визначеного потенціалу утворюється в результаті теплообміну води, яка нагнітається при контакті у тріщині, з високотемпературними гірськими породами в зоні природної чи штучно створеної проникності з наступним виведенням теплоносія на поверхню.

Підземні басейни пари чи гарячої води, що виходять на поверхню землі, наприклад, гейзери використовують для виробництва електроенергії за

допомогою методу, що ґрунтується на використанні пари, яка утворюється при випаровуванні гарячої води на поверхні. Іншим методом виробництва електроенергії на базі високотемпературних та середньо температурних геотермальних вод є використання процесу із застосуванням двоконтурного (бінарного) циклу. В цьому процесі вода, отримана з басейну, використовується для нагрівання другого контуру (фреон, ізобутан), котрий має меншу температуру кипіння.

Можливе використання геотермальних вод двома способами: фонтанним (теплоносієм викидається в навколишнє середовище) та циркуляційним (теплоносієм закачується назад в продуктивну товщу). Перший спосіб дешевший, але є екологічно небезпечним. Другий спосіб є дорожчим, але забезпечує збереження навколишнього середовища.

Одним з факторів, що визначає масштаб використання геотермальної енергії є капітальні витрати на спорудження свердловин, ціна яких значно зростає зі збільшенням глибини. Оптимальна глибина свердловин складає 5 км.

Аналіз економічної доцільності використання термальних вод показує, що їх варто застосовувати для опалення та гарячого водопостачання комунально-побутових, сільськогосподарських та промислових підприємств, а також для технологічних цілей, добування цінних хімічних компонентів, таких як магній, літій, бром. Енергію термальних вод також використовують в теплицях та на фермах по розведенню риби. Гідрогеотермальні ресурси, що придатні для одержання електроенергії, становлять 4% від загальних прогнозних запасів, тому їхнє використання в майбутньому варто пов'язувати з теплопостачанням та теплофікацією місцевих об'єктів.

Негативний вплив використання геотермальної енергії на навколишнє середовище полягає в викиді в атмосферу додаткової кількості розчинених в підземних водах сполук сірки, бору, миш'яку, аміаку, ртуті; викиді водяної пари; акустичному ефекті; опусканні земної поверхні; засоленні земель.

Перше місце по виробництву електроенергії з гідротермальних джерел займають США. Ісландія також ефективно використовує гідротермальну енергію своїх надр. Близько 60% населення цієї країни користується геотермальними водами для обігріву житлових приміщень. Крім того, ісландські теплиці, в яких вирощують овочі, фрукти, квіти та банани споживають значну кількість гарячої води. Геотермальна енергія з успіхом використовується також в Росії та Грузії. Геотермальна енергія в Україні має значні потенційні ресурси. Районами її можливого використання є Крим, Закарпаття, Прикарпаття, Донецька, Запорізька, Полтавська, Харківська, Херсонська та Чернігівська області.

Гідроенергетика. Для отримання корисної енергії можна використовувати кінетичну енергію потоків води або теплову енергію гарячих джерел. Оскільки густина води приблизно в 800 разів більша за густину повітря, то навіть повільний потік води, або слабка океанська течія може виробляти істотну кількість енергії. Тому використання гідроенергетичних ресурсів є досить перспективним напрямком розвитку відновлюваних джерел енергії.

Біоенергетика та біопаливо. Біоенергетика заснована на використанні хімічної енергії біомаси – вуглецевмістких органічних речовин рослинного та

тваринного походження (деревина, солома, рослинні залишки сільськогосподарського виробництва, гній тощо), яку можна безпосередньо перетворювати на паливо для автомобілів та інших машин. Також до біомаси відносять органічну частину твердих побутових відходів, іноді торф. Якщо біомаса безпосередньо вирощується для потреб виробництва енергії (верба, тополя, міскантус), тоді її називають біомасою третього покоління, якщо використовуються відходи біологічної маси, призначеної для інших потреб, тоді її називають біомасою другого покоління. Біопаливо, яке може використовуватися в транспортних засобах, виготовляють з олії, тваринних жирів, жирних відходів. Для виробництва енергії, за звичай, використовують тверду біомасу, а також отримані з неї рідкі та газоподібні палива: біогаз, біодизель та біоетанол. Біомаса є відновлюваним екологічно чистим паливом.

Виходячи з наявного потенціалу біомаси в Україні, спеціалістами Агентства з відновлюваної енергетики і НТЦ «Біомаса» розроблена концепція розвитку біоенергетики в Україні, що включає майже всі технології отримання енергії з біомаси. Результати техніко-економічного аналізу показують, що виробництво теплоти з біомаси є конкурентоспроможним навіть при використанні зарубіжного обладнання. Для України пріоритетність виробництва теплової енергії з біомаси полягає в тому, що при виробництві теплової енергії в переважній більшості випадків відбувається пряме заміщення споживання природного газу (на 100%).

Сьогодні одним з найбільш розповсюджених видів електростанцій є теплові. На ТЕС енергія генерується за рахунок спалювання природних ресурсів – вугілля, рідкого палива чи газу. В Україні найбільша частка припадає на вугілля, за ним йде природний газ. Однак і перший і другий варіант не є ідеальним: спалювання вугілля призводить до значних викидів шкідливих речовин в атмосферу, а природний газ хоч і позбавлений цього недоліку, але має велику вартість.

Існує інший шлях розвитку ТЕС – альтернативна енергетика. Замість вугілля, нафти та природного газу Україна може використовувати біомасу, наприклад, відходи сільського господарства. В якості палива для ТЕС можна використовувати соломку. Інший варіант – використання біогазу, виробництво якого здійснюється шляхом анаеробної ферментації відходів тваринництва та птахівництва (гній, послід) та видобування газу зі звалищ на полігонах твердих побутових відходів. Його потенціал – більше 6 мільярдів m^3 на рік. Біогаз на 50-60% складається з метану та може використовуватися в адаптованих двигунах для виробництва електроенергії або застосовуватися замість природного газу в промисловому виробництві, наприклад, на цементних заводах.

7.3. Вплив енергетичних об'єктів на навколишнє середовище

Енергетичні об'єкти традиційної енергетики здійснюють значний вплив на навколишнє середовище.

Вплив енергетичних об'єктів на біосферу визначається наступними групами взаємодій:

– **водоспоживання і водовикористання**, що зумовлює зміни в природному матеріальному балансі водного середовища (перенесення солей, живильних речовин тощо);

– **осідання на поверхні води твердих викидів з атмосфери**, викликаних продуктами згорання органічного палива: це змінює властивості води, її забарвлення та ін.;

– **випадання на поверхню продуктів викидів в атмосферу**, зокрема кислот і кислотних залишків, металів та їхніх сполук, канцерогенних речовин у вигляді твердих частинок і рідких розчинів;

– **викидання продуктів спалювання твердого палива (зола, шлаки), а також продуктів продувань, очищення поверхонь нагріву (сажа, зола) безпосередньо на поверхню суші й води;**

– **викидання на поверхню води й суші рідкого і твердого палива під час транспортування, переробки, перевантаження;**

– **викидання твердих і рідких радіоактивних відходів;**

– **викидання теплоти**, що може викликати: постійне локальне підвищення температури у водоймищі; тимчасове підвищення температури; зміну зимового гідрологічного режиму; паводки; зміну в розподілах опадів, випаровувань, туманів;

– **створення водосховищ у долинах річок або з використанням природного рельєфу поверхні, а також створення штучних ставків-охолоджувачів**, що спричинює: зміну якісного й кількісного складу річкових стоків, змінення гідрології водного басейну; збільшення тиску на дно, проникнення вологи в розломи кори та зміну сейсмічності; змінення умов рибальства, розвиток планктону і водної рослинності; зміну мікроклімату;

– **зміна ландшафту**, внаслідок спорудження різнорідних енергетичних об'єктів, зокрема: вирубка лісів; вилучення із сільськогосподарського обороту орних земель, луків.

В таблиці 7.1 відображені основні чинники впливу енергетичних об'єктів на компоненти навколишнього середовища.

Таблиця 7.1.

Основні чинники впливу енергетичних об'єктів на компоненти навколишнього середовища

Об'єкт			
ТЕС	АЕС	ГЕС	Підстанції
Атмосфера			
1. Витрати кисню.	1. Викиди газоподібних відходів.	1. Випаровування вологи з поверхні водоймищ.	1. Електромагнітні поля.

2. Викиди NO_x , SO_x , H_2O , твердих часток, аерозолів.			
3. Теплове забруднення.			
Гідросфера			
4. Витрати води.	2. Витрати води.	2. Зміна якісного та кількісного складу стоків річок.	2. Утворення зон підвищеної напруги магнітного поля біля поверхні води.
5. Викиди стічних вод.	3. Злив радіоактивних відходів.	3. Гідрогеологічні зміни водоймищ.	
6. Теплове забруднення.	4. Теплове забруднення.		
Літосфера			
7. Вилучення територій.	5. Зміна ландшафту.	4. Вилучення територій.	3. Вилучення територій.
8. Забруднення відходами.	6. Вилучення територій.	5. Зміна ландшафту.	4. Вирубка лісів.
9. Зміна ландшафту.	7. Захоронення радіоактивних відходів	6. Вирубка лісів.	5. Утворення блукаючих струмів.
			6. Зміна ландшафту.

Спільною для всіх джерел енергії, як традиційної, так і нетрадиційної енергетики є проблема теплових викидів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Закон України «Про енергозбереження» від 1.07.1994 №74/94-ВР.
2. Закон України «Про електроенергетику» від 16.10.1997 №575/97-ВР.
3. Закон України «Про тепlopостачання» від 2.06.2005 №2633-IV.
4. Закон України «Про альтернативні види палива» від 14.01.2000 №1391-XIV.
5. Закон України «Про альтернативні джерела енергії» від 20.02.2003 №555-IV.
6. Закон України «Про нафту і газ» від 12.07.2001 №2665-III.
7. Закон України «Про комбіноване виробництво теплової та електричної енергії (когенерацію) та використання скидного енергопотенціалу» від 5.04.2005 №2509-IV.
8. Розпорядження Кабінету Міністрів України «Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2030 року» від 24.07.2013 №1071-р.
9. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Державної цільової економічної програми енергоефективності і розвитку сфери виробництва енергоносіїв з відновлювальних джерел енергії та альтернативних видів палива на 2010-2015 роки» від 1.03.2010 №243.
10. Правова основа енергозбереження. Довідник / Д.В. Зеркалов. – К: КНТ, 2008. – 400 с.
11. Енергозбереження та основи енергоаудиту: конспект лекцій для студентів спец. 7.090504 «Нетрадиційні джерела енергії» / В.В. Цибуленко. – Херсон: ХНТУ, 2011. – 130 с.
12. Основы энергосбережения: учебное пособие / П.Ф. Богданович, Д.А. Григорьев, В.К. Пестис. – Гродно: ГГАУ, 2007. – 174 с.
13. Основы энергетического аудита: конспект лекцій для студентів спец. 7.090509 «Судові енергетичні установки та устаткування», 7.090210 «Двигуни внутрішнього згорання» / В.С. Самохвалов, М.Ю. Багненко. – Херсон: НУК ім. адмірала Макарова, 2008. – 146 с.
14. Энергетичний аудит з прикладами та ілюстраціями: навчальний посібник / В.В. Прокопенко, О.М. Закладний, П.В. Кульбачний. – К.: Освіта України, 2009. – 438 с.
15. Основы энергосбережения и энергоаудита / В.М. Фокин. – М.: Изд. Машиностроение-1, 2006. – 256 с.
16. Енергозбереження та експлуатація систем тепlopостачання: навчальний посібник / Г.С. Ратушняк, Г.С. Попова. – Вінниця: ВДТУ, 2002. – 120 с.
17. Енергозбереження у теплотехнологічних процесах: курс лекцій для студентів спец. 7.05060101 «Теплоенергетика», 7.05060105 «Енергетичний менеджмент», 7.05060403 «Холодильні машини та установки» денної та заочної форми навчання / В.М. Філоненко. – К.: НУХТ, 2013. – 222 с.
18. Енергетика, довкілля, енергозбереження / Під загальною ред. проф. В.А. Маляренка. – Харків: Рубікон, 2004. – 368 с.

19. Інженерна екологія. Аспекти енергозбереження: навчальний посібник / В.В. Снітинський, М.А. Саницький, О.Т. Мазурак, А.В. Мазурак. – Львів: ЛНАУ, 2008. – 221 с.
20. Енергетичний менеджмент / Ю.В. Дзяди́кевич, М.В. Буряк, Р.І. Розум. – Тернопіль: Економічна думка, 2010. – 295 с.
21. Основы менеджмента в электроэнергетике. Часть 1: учебное пособие / Г.Н. Ламакин. – Тверь: ТГТУ, 2006. – 208 с.
22. Енергозбереження в Україні: правові аспекти і практична реалізація. – Рівне: видавець О. Зень, 2011. – 56 с.
23. Енергозбереження. Частина 1: конспект лекцій для студентів спец. 7.090603 «Електротехнічні системи електроспоживання» / К.В. Філімоненко. – Луганськ: СНУ ім. В. Даля, 2007. – 63 с.
24. Основы энергосбережения: курс лекций / А.И. Ольшанский, В.И. Ольшанский, Н.В. Беляков. – Витебск: ВГТУ, 2007. – 223 с.
25. Энергосберегающие электромеханические системы: конспект лекций для студентов специальности 7.05070204 «Электромеханические системы автоматизации и электропривод» дневной и заочной форм обучения / В.В. Титов. – Керчь: КГМТУ, 2011. – 100 с.
26. Основы энергосбережения: учебно-методический комплекс / В.М. Беляев. – Мн.: МИУ, 2009. – 163 с.

Е62 **Енергозбереження** [Текст]: конспект лекцій для студентів напряму підготовки 6.050701 «Електротехніка та електротехнології» спеціальності 5.05070103 «Електропостачання» денної форми навчання / уклад. С.П. Літковець. – Луцьк : ТК Луцького НТУ, 2015. – 72 с.

Комп'ютерний набір та верстка:

С.П. Літковець

Редактор:

С.П. Літковець

Підписано до друку _____ 2015 р. Формат 60×84/16. Папір офс.
Гарнітура Таймс. Ум. друк. арк. 4,5. Обл.-вид. арк. 4,3.
Тираж ___ прим. Зам.

Редакційно-видавничий відділ
Луцького національного технічного університету
43018 м. Луцьк, вул. Львівська, 75
Друк – РВВ Луцького НТУ

