

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

ЕНЕРГО- І РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ

Навчальний посібник

Харків «ХАІ» 2012

УДК [504.062.2 + 504.064.4] (075.8)
Е 65

Авторський колектив:
В.Ю. Колосков, В.В. Вамболь, О.О. Поліщук,
О.М. Бугаєнко, О.В. Овчаров

Рецензенти: канд. техн. наук, доц. С.Р. Артем'єв,
канд. техн. наук, доц. Є.М. Варламов

Е 65 **Енерго- і ресурсозбереження** [Текст] : навч. посіб. /
В.Ю. Колосков, В.В. Вамболь, О.О. Поліщук та ін. – Х. : Нац.
аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2012.
– 160 с.

Подано теоретичні питання дисципліни «Енерго- і ресурсозбереження». Проаналізовано основні види енергії та ресурсів, які використовуються людиною, а також методи їх збереження, що застосовуються сьогодні. Розглянуто екологічні переваги та недоліки від упровадження енерго- і ресурсозберігаючих заходів у народному господарстві.

Для студентів денної та заочної форм навчання за спеціальністю «Екологія і охорона навколишнього середовища».

Іл. 16. Табл. 8. Бібліогр.: 13 назв

УДК [504.062.2 + 504.064.4] (075.8)

© Авторський колектив, 2012
© Національний аерокосмічний
університет ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут», 2012

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ ЕНЕРГО- І РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ	4
2 ЕНЕРГІЯ Й МЕТОДИ ЇЇ ЗБЕРЕЖЕННЯ В ПРОМИСЛОВОСТІ Й ПОБУТІ	12
3 ЕНЕРГЕТИКА Й ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА	60
4 СИСТЕМА ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ ПІДПРИЄМСТВА	75
5 РЕСУРСИ, РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ.....	90
6 ОСНОВИ СТВОРЕННЯ МАЛОВІДХІДНИХ ВИРОБНИЦТВ	110
7 ЕНЕРГО- І РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ В НАРОДНОМУ ГОСПОДАРСТВІ	118
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	159

ВСТУП

На сучасному рівні розвитку людства проблема взаємодії суспільства й навколишнього середовища отримує нові ознаки, впливаючи на величезні території, більшість рік і озер, атмосферу й літосферу Землі. Ще більші масштаби розвитку енерго- і ресурсокористування в недалекому майбутньому спричинять подальше інтенсивне зростання різноманітних впливів на всі компоненти природного середовища в глобальному масштабі: теплове забруднення, парниковий ефект, кисневе голодування, кислотні дощі, масштабне забруднення токсичними хімічними речовинами й радіонуклідами, швидке скорочення біологічної різноманітності тощо.

Формування й розвиток енергоефективних безвідхідних виробництв дає можливість більш оперативного вирішення багатьох масштабних ресурсних і природоохоронних проблем. Особливо актуальним цей шлях є для України — в економічному балансі країни найбільшу частку займають енерго- і матеріалоємні, багатовідхідні галузі (металургія, важке машинобудування, енергетика)

«Енерго- і ресурсозбереження» — це комплексна дисципліна, що вивчає можливості зниження навантаження на навколишнє середовище за рахунок зменшення витрат енергетичних і матеріальних ресурсів і підвищення ефективності їхнього використання у виробничій і невиробничій діяльності. Завданням вивчення дисципліни є формування в майбутніх фахівців в області екології розуміння того, що практичне функціонування промисловості, невиробничих об'єктів, а також у комунально-побутовій сфері, пов'язане з дотриманням екологічних норм, потребує впровадження заходів щодо забезпечення енерго- і ресурсозбереження.

1 ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ ЕНЕРГО- І РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ

1.1 Місце ресурсів у структурі підприємства

На сучасному етапі промислове виробництво є одним з основних видів людської діяльності. Орієнтація економіки на велике промислове виробництво пов'язана насамперед з можливістю економії грошей власника за рахунок вузького профілювання виробничого процесу й зменшення пов'язаних з ним витрат. Сільське господарство стає допоміжною галуззю, що забезпечує функціонування промисловості в повному обсязі, поставляючи необхідні ресурси.

Основним сегментом промислового виробництва є машинобудівний комплекс, який можна охарактеризувати як енерго- і ресурсовитратний. Промислове виробництво, яке є фактично переробним, залежить від постійного надходження ресурсів і енергії в систему виробничого процесу.

Те ж саме можна сказати й про непромисловий сектор економіки, у тому числі об'єкти невиробничої сфери. У будь-якій галузі людської діяльності ті або інші дії виконуються за рахунок споживання ресурсів і енергії, отриманих ззовні.

Енергія на підприємстві є одним з найважливіших компонентів безперервного функціонування виробничого процесу. Машинобудування пов'язане з використанням різного роду виробничого встаткування, у тому числі великогабаритного, робота якого потребує постійного енергоживлення. Основним видом енергії, що використовується у промисловому виробництві, є механічна енергія — кінетична енергія руху машин і механізмів, а також окремих їхніх елементів. Теплова енергія має найважливіше значення для технологічних процесів у металургії, ливарному виробництві тощо. Однак для створення цих видів енергії необхідно виконувати спеціальні технологічні операції з перетворення інших видів енергії в кінетичну. Найбільш удалим варіантом сьогодні можна назвати електроенергію, що застосовується як універсальне джерело механічної енергії. Цей вид енергії порівняно з іншими легше можна передавати на далекі відстані.

За джерелом ресурси підприємства можна розділити на три групи.

Першу групу складають **природні ресурси з навколишнього середовища**: корисні копалини, вода, повітря, земля, рослинність, тварини, а також немінеральні енергетичні ресурси — енергія вітру й води, тепло земних надр тощо. Класифікацію природних ресурсів наведено на рис. 1.1 (курсивом виділено немінеральні ресурси).

Природні ресурси підрозділяють у свою чергу на такі:

– **відновлювані**, походження й поновлення яких пов'язані безпосередньо з енергією Сонця. До цієї групи належать водні, кліматичні й біологічні ресурси — дощова вода, енергія вітру тощо. Слід відразу ж зазначити, що відновлюваність цих ресурсів усе-таки вважається умовною, оскільки відновлюються вони під дією зовнішнього джерела;

– **обмежено відновлювані** — ресурси, відновлення яких потребує тривалого строку та спеціальних умов. До них належать мінеральні води й бруд, а також ґрунтові, рекреаційні й ландшафтні ресурси, підземний простір і генетичні ресурси (генофонд);

– **невідновлювані ресурси**, які складаються із запасів корисних копалин планети Земля.

Більшість природних ресурсів, які використовуються людиною, вичерпні, а отже, їхнє безконтрольне використання призводить до швидкого виснаження запасів і, як результат, до екологічної катастрофи. Вичерпання природних ресурсів, таким чином, у довгостроковій перспективі є не вигідним ані підприємству, ані всьому людству. Однак у короткостроковому періоді інтенсивне використання ресурсів без орієнтації на захист і збереження навколишнього середовища приводить до збільшення доходу власника, а отже, є привабливим варіантом.

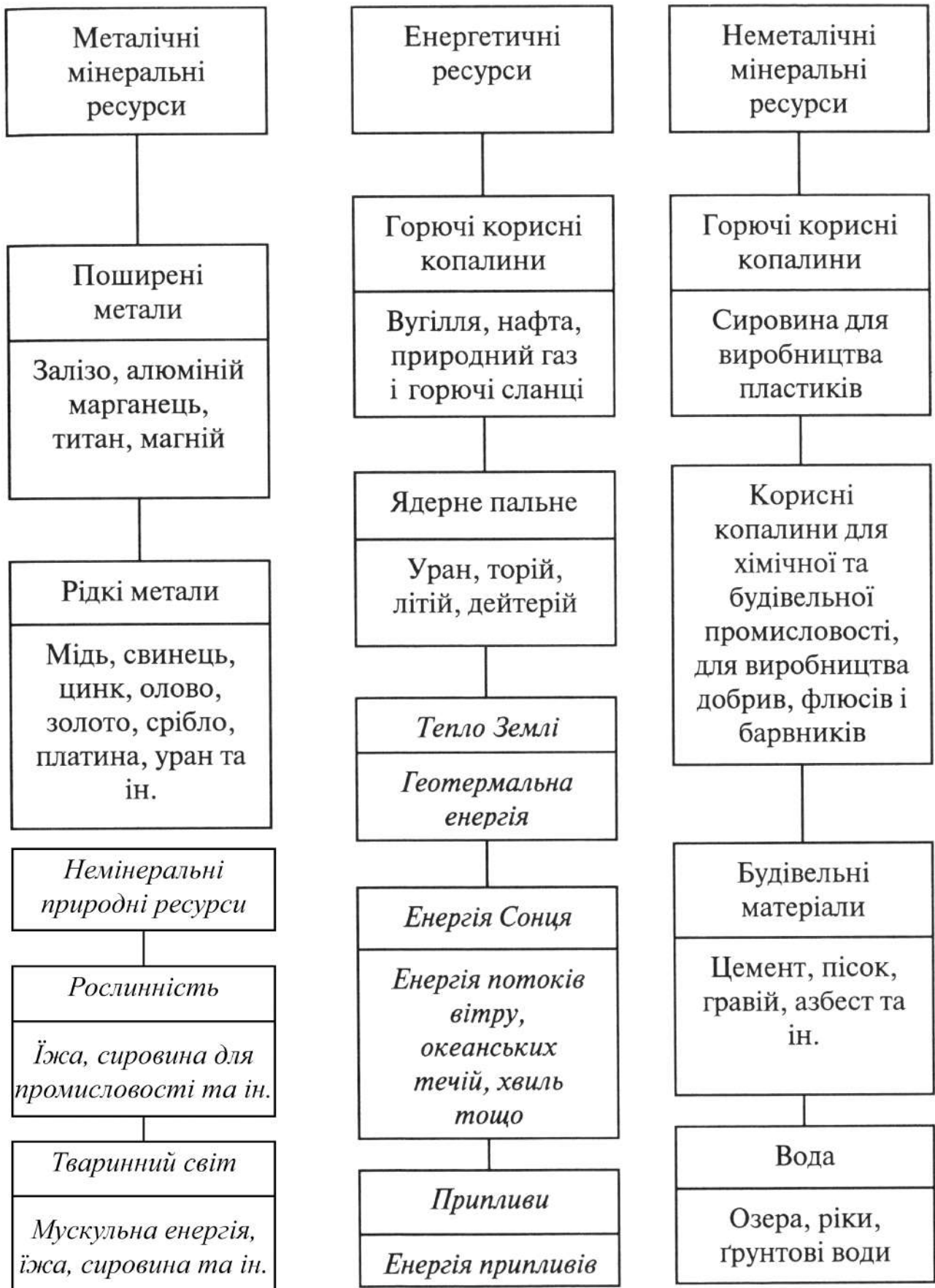


Рисунок 1.1 — Класифікація природних ресурсів

2. Технічні ресурси підприємства містять усі матеріальні ресурси, що вже належать підприємству, — будівлі, споруди, транспорт тощо. Їх особливістю є те, що заповнення ресурсів цієї групи для підприємства відбувається просто за рахунок витрати його фінансів. Ефективність збереження цієї групи ресурсів для підприємства є найбільш очевидним — адже якщо використання природних ресурсів на виробництво продукції включається в її собівартість і повертається при продажі, то псування й втрати технічних ресурсів потребують додаткових витрат на їхнє відновлення. У той же час не можна забувати, що економія технічних ресурсів приводить опосередковано до економії природних ресурсів, необхідних для виробництва цих технічних ресурсів. Таким чином, збереження технічних ресурсів підприємства має подвійний зміст.

3. Соціальні ресурси містять робочу силу й трудові ресурси. Слід пам'ятати, що структура цих ресурсів визначається не тільки їхньою кількістю, але й рівнем кваліфікації співробітників. Підвищення рівня кваліфікації потребує більших витрат часу, але в остаточному підсумку окупається підвищенням ефективності їхнього використання.

Енергія також може бути розглянута як один з ресурсів підприємства, який, однак, відрізняється від інших ресурсів. На відміну від ресурсів, використання яких можна охарактеризувати як періодичне, дозоване, енергія використовується у виробничому процесі постійно. Також слід пам'ятати, що практично вся енергія крім тягової (гузової або мускульної) є продуктом перероблення сировини або інших видів енергії. Зберігаючи енергію, можна зберегти в кілька разів більше сировини й вихідних видів енергії, зменшуючи таким чином навантаження на навколишнє середовище.

Отже, ресурси є джерелом і одночасно результатом діяльності підприємства. Виробничий процес являє собою процес перероблення одних ресурсів (сировини) в інші (продукцію) за допомогою третіх (енергії й технічних ресурсів). Без ресурсів, таким чином, діяльність підприємства неможлива.

Необхідність енерго- і ресурсозбереження виникає через неможливість вільного обміну ресурсами між підприємствами й навколишнім середовищем. Причина цього полягає в обмеженості запасів використовуваних ресурсів і їх швидкій вичерпності.

Не можна не зберігати ресурси. На жаль, підприємство може зберігати ресурси тільки в сфері своєї діяльності, а отже, дії одного підприємства для забезпечення стабільної ситуації недостатньо. Для вирішення поставлених завдань необхідним є координований вплив як з боку власне виробників продукції, так і держави. Енерго- і ресурсозбереження — спільне завдання всіх підприємств країн і кожної людини на Земній кулі.

1.2 Правова й нормативна база енерго- і ресурсозбереження

У 13-й статті **Конституції України** проголошується єдине й невід'ємне право власності народу України на всі природні ресурси, що перебувають у межах України, на її континентальному шельфі й у винятковій (морській) економічній зоні. Кожний громадянин має право користуватися природними об'єктами права власності народу відповідно до закону. Особливий наголос робиться на тому, що власність не повинна використовуватися на шкоду людині й суспільству.

На підставі декларованих прав і обов'язків громадян України сформовано звід законів різної спрямованості. Оскільки набір регульованих ресурсів надзвичайно великий, кількість включених у цей комплекс законів також є великою.

Водний кодекс. Завданням водного законодавства є регулювання правових відносин з метою забезпечення збереження, науково обґрунтованого, раціонального використання вод для потреб населення й галузей економіки, поновлення водних ресурсів, охорони вод від забруднення, засмічення й вичерпання, запобігання шкідливих дій вод і ліквідації їхніх наслідків, поліпшення стану водних об'єктів, а також охорони прав підприємств, установ, організацій і громадян на водокористування.

Лісовий кодекс. Завданням лісового законодавства є регулювання правових відносин з метою забезпечення підвищення продуктивності, охорони й поновлення лісів, посилення їхніх корисних властивостей, задоволення потреб суспільства в лісових ресурсах на основі їх науково обґрунтованого раціонального використання.

Закон про тваринний світ. Основні завдання:

- регулювання відносин в області охорони, використання й відтворення об'єктів тваринного світу;
- збереження й поліпшення середовища існування диких тварин;
- забезпечення умов збереження всього видового й популяційного різноманіття тварин.

Питання, викладені в цьому законі, доповнюють такі спеціалізовані закони — **Закон про Червону Книгу, Закон про мисливське господарство й полювання, Закон про природно-заповідний фонд.**

Закон про рослинний світ. Завданням законодавства України про рослинний світ є регулювання суспільних відносин у сфері охорони, використання й поновлення дикорослих та інших рослин несільськогосподарського призначення, мохоподібних, водоростей, лишайників, а також грибів, їхніх угруповань і місць зростання. Цей закон доповнюється **Законом про захист рослин.**

Кодекс законів про надра. Надра — це частина земної кори, що розташована під поверхнею суходолу й дном водоймищ і простягається до глибин, доступних для геологічного вивчення й освоєння. Завданням

Кодексу України про надра є регулювання гірських відносин з метою забезпечення раціонального, комплексного використання надр для задоволення потреб у мінеральній сировині й інших потребах суспільного виробництва, охорони надр, гарантування при користуванні надрами безпеки людей, майна й навколишнього природного середовища, а також охорона прав і законних інтересів підприємств, установ, організацій і громадян.

Відповідно до кодексу надра є виключною власністю народу України й надаються тільки в користування. Угоди або дії, які в прямій або схованій формі порушують право власності народу України на надра, є недійсними.

Основними вимогами в області охорони надр є:

- забезпечення повного й комплексного геологічного вивчення надр;
- дотримання встановленого законодавством порядку надання надр у користування й недопущення самовільного користування надрами;
- раціональне вилучення й використання запасів корисних копалин і наявних у них компонентів;
- недопущення шкідливого впливу робіт, пов'язаних з користуванням надрами, на збереження запасів корисних копалин, гірських розробок і свердловин, які експлуатуються або законсервовані, а також підземних споруд;
- охорона родовищ корисних копалин від затоплення, обводнювання, пожеж та інших факторів, які впливають на якість корисних копалин і промислову цінність родовищ або ускладнюють їхню розробку;
- запобігання необґрунтованій і самовільній забудові площ залягання корисних копалин і дотримання встановленого законодавством порядку використання цих площ для інших цілей;
- запобігання забрудненню надр при підземному зберіганні нафти, газу й інших речовин і матеріалів, похованні шкідливих речовин і відходів виробництва, скиданні стічних вод;
- дотримання інших вимог, передбачених законодавством про охорону навколишнього природного середовища.

Закон про енергозбереження визначає правові, економічні, соціальні й екологічні основи енергозбереження для всіх підприємств, об'єднань і організацій, розташованих на території України, а також для громадян.

Згідно із Законом про енергозбереження **основними принципами** державної політики в сфері енергозбереження є:

- створення державою економічних і правових умов зацікавленості в енергозбереженні юридичних і фізичних осіб;
- здійснення державного регулювання діяльності в сфері енергозбереження на основі застосування економічних, нормативно-технічних засобів управління;
- пріоритетність вимог енергозбереження при здійсненні господарської, управлінської або іншої діяльності, пов'язаної з видобутком,

переробкою, транспортуванням, зберіганням, виготовленням і використанням паливно-енергетичних ресурсів;

- наукове обґрунтування стандартизації в сфері енергозбереження й нормування використання паливно-енергетичних ресурсів, необхідність дотримання енергетичних стандартів і нормативів при використанні палива й енергії;

- створення енергозберігаючої структури матеріального виробництва на основі комплексного вирішення питань економії й енергозбереження з урахуванням екологічних вимог, широкого впровадження новітніх енергозберігаючих технологій;

- обов'язковість енергетичної експертизи;

- популяризація економічних, екологічних і соціальних переваг енергозбереження, підвищення суспільного освітнього рівня в цій сфері;

- об'єднання методів економічного стимулювання й фінансової відповідальності з метою раціонального використання й ощадливої витрати паливно-енергетичних ресурсів;

- установа плати за прямі втрати й нераціональне використання паливно-енергетичних ресурсів;

- вирішення проблем енергозбереження в поєднанні з реалізацією енергетичної програми України, а також на основі широкого міждержавного співробітництва;

- стимулювання раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів шляхом комбінованого виробництва електричної й теплової енергії.

Згідно із Законом про енергозбереження джерелами **фінансування** заходів щодо раціонального використання й економії паливно-енергетичних ресурсів є фонд енергозбереження, власні й позикові фінанси підприємств, установ і організацій, Державний бюджет України, місцеві бюджети, а також інші джерела.

Гроші з фондів енергозбереження витрачаються для фінансування заходів щодо раціонального використання й економії паливно-енергетичних ресурсів, для розвитку нетрадиційної енергетики, проведення державної енергетичної експертизи, організації підготовки й перепідготовки кадрів, розроблення енергетичних стандартів, норм і нормативів, участі в оснащенні підприємств приладами обліку, контролю й управління енергоспоживанням.

Стандартизація в сфері енергозбереження проводиться для встановлення комплексу обов'язкових норм, правил, вимог щодо раціонального використання й економії паливно-енергетичних ресурсів. Стандарти в сфері енергозбереження є основою для застосування економічних санкцій за нераціональне використання паливно-енергетичних ресурсів, виробництво енергетично неефективного встаткування й матеріалів.

Норми й нормативи витрат паливно-енергетичних ресурсів в обов'язковому порядку включаються в енергетичні паспорти встаткування, режимні карти, технологічні інструкції й інструкції для експлуатації, а також у технічні умови й паспорти на всі види машин і механізмів, які споживають паливно-енергетичні ресурси.

На період до введення в дію систем енергетичних стандартів допускається застосування прогресивних норм і нормативів витрат паливно-енергетичних ресурсів.

Проведення державної експертизи з енергозбереження є обов'язковим у процесі законодавчої, інвестиційної, управлінської й іншої діяльності, пов'язаної з видобутком, переробкою, транспортуванням, зберіганням, виробництвом і споживанням паливно-енергетичних ресурсів.

Експертизі з енергозбереження підлягають: проекти розвитку продуктивних сил та інша передпланова й передпроектна документація; енерготехнологічна частина техніко-економічних обґрунтувань і проектів будівництва нових і реконструкції діючих об'єктів і підприємств із річним споживанням паливно-енергетичних ресурсів у тисячу й більше тонн умовного палива; проекти інструктивно-методичних і нормативно-технічних актів та інші документи й матеріали, що регламентують усі види діяльності в сфері енергозбереження.

Крім Закону про енергозбереження правові питання енергозбереження регулюються також **Законом про електроенергетику і Законом про комбіноване виробництво теплової й електричної енергії (когенерацію) і використання скидного енергопотенціалу**. Останній спрямований на забезпечення правових основ для підвищення ефективності використання палива в процесі виробництва енергії або в інших технологічних процесах.

Правові відносини в області поводження з відходами регулюються **Законом про охорону навколишнього середовища, Законом про охорону атмосфери, Законом про відходи, Законом про радіоактивні відходи, Законом про металобрухт**.

Державні органи, що регулюють різні аспекти енерго- і ресурсозбереження:

- Міністерство енергетики та вугільної промисловості України;
- Міністерство екології та природних ресурсів України;
- Міністерство економічного розвитку і торгівлі України;
- Державна інспекція ядерного регулювання України;
- Державне агентство земельних ресурсів України;
- Державне агентство водних ресурсів України;
- Державне агентство рибного господарства України;
- Державний комітет лісового господарства;
- Державна екологічна інспекція України;
- Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України.

Регулювання збереження окремих видів ресурсів здійснюється також у межах діяльності профільних міністерств і відомств.

Основним органом, що здійснює регулювання сфери енерго- і ресурсозбереження, є **Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України** (Держенергоефективності України). Його завданнями є:

- реалізація державної політики у сферах ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів, енергозбереження, відновлюваних джерел енергії й альтернативних видів палива;

- здійснення державного контролю у сфері ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів;

- забезпечення збільшення частки відновлюваних джерел енергії й альтернативних видів палива в енергетичному балансі України.

Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України під час виконання покладених на нього завдань взаємодіє з іншими органами виконавчої влади, допоміжними органами і службами, з органами місцевого самоврядування, об'єднаннями громадян, відповідними органами іноземних держав і міжнародних організацій, а також підприємствами, установами, організаціями. Працівники Держенергоефективності України мають право безперешкодного доступу на підприємства, в установи й організації.

Фінансування заходів щодо енергозбереження виконується з державного фонду енергозбереження. Вирішення завдань енергозбереження на підприємстві реалізується за рахунок його власних коштів. Як правило, ці кошти виділяються в окремий фонд енергозбереження підприємства.

2 ЕНЕРГІЯ Й МЕТОДИ ЇЇ ЗБЕРЕЖЕННЯ В ПРОМИСЛОВОСТІ Й ПОБУТІ

2.1 Поняття енергії. Види енергії, що використовуються в промисловості й побуті

Енергія — загальна міра різних видів руху й взаємодії. Володіння запасом енергії — основна невід'ємна властивість будь-якого матеріального об'єкта. Сьогодні відомі кілька видів енергії:

- а) теплова енергія — енергія, запасена в матеріальному об'єкті (робочому тілі) за рахунок енергії частинок, що рухаються, — молекул і атомів;

- б) кінетична енергія (механічна) — енергія, яку має об'єкт, що рухається як єдине ціле;

- в) енергія поля — гравітаційного, електричного, магнітного;

- г) енергія електромагнітного випромінювання;

- д) енергія внутрішньоядерних взаємодій;
- е) інші види енергії.

Деякі види енергії можуть перетворюватися на інші в чітко визначених кількісних співвідношеннях, установлених законом збереження й перетворення енергії. Будь-який процес людської діяльності, у тому числі будь-який виробничий процес, можна подати у вигляді послідовності операцій, пов'язаних з використанням енергії в тому або іншому вигляді.

Енергетика — галузь народного господарства, що охоплює виробництво, перетворення й споживання різних форм енергії. З найдавніших часів людина найбільш широко використовує потенціальну й кінетичну енергію, які містяться в тілах і середовищах, що перебувають у нерухомості або ж рухаються в полі гравітації Землі. Приклади:

- використання кінетичної енергії руху повітряних мас для надання руху транспортним засобам (судноплавство);
- перетворення потенціальної енергії водних мас, що перебувають на великій висоті в природних або штучних водоймах, для забезпечення водопостачання (акведук) тощо.

Далі необхідно ввести до розгляду такі визначення.

Енергетичний ланцюжок — потік енергії від видобутку (виробництва) первинного енергоресурсу до одержання й використання кінцевої енергії.

Енергоресурс — фізичне середовище, поле або тіло, що містить у явній або прихованій формі той або інший вид корисної енергії. **Первинний енергоресурс** являє собою енергоресурс, що не перероблявся й не перетворювався — вугілля, сира нафта, ядерна енергія, сонячна, вітрова, геотермальна й гідроенергія тощо. **Енергоносій** — це енергоресурс, що використовується у технічній системі — у виробничому процесі або для побутових потреб — безпосередньо перед перетворенням енергії на корисну роботу.

Відразу ж слід зазначити, що існує якісне розходження між тими видами енергії, які необхідні людині в його життєдіяльності, і тими її видами, які доступні людині в природі. Необхідність у перетворенні енергії пов'язана з обов'язковою наявністю різних її форм для сучасних технологічних процесів. При цьому перетворення різних форм енергії не вичерпує проблему, оскільки один і той самий вид енергії необхідно споживати з різними технологічними параметрами. Наприклад, для теплової енергії регулюють параметри теплоносія (температуру, тиск, агрегатний стан), для електричної — величину сили струму й напруги.

В енергетиці використовують п'ять видів установок:

- **генеруючі** — ті, що перетворюють потенціальну енергію природних енергетичних ресурсів на електричну, теплову, механічну або ж інший вид енергетичних ресурсів (наприклад, газогенератори, турбоустановки, казани, компресори та ін.);

– **перетворювальні** — ті, що змінюють параметри або інші властивості певного виду енергії (трансформаторні підстанції, випрямні установки, трансформатори струму тощо);

– **мережі** — установки, призначені для передачі й розподілу енергії (електричні, теплові, газо- і нафтопроводи, мережі стисненого повітря та ін.);

– **акумуляторні** — ті, що призначені для часткового регулювання режиму виробництва енергії (електричні й теплові акумулятори, насосно-акумуляуючі гідроелектричні тощо);

– **установки-споживачі** — ті, що перетворюють енергію на вид, що безпосередньо використовується людиною (електропривод машин, опалювальні установки, світильники та ін.).

Виділені технічні пристрої утворюють єдиний ланцюжок перетворення енергії, початком якого є безпосередньо споживання природних енергетичних ресурсів, а закінченням — виробіток корисної енергії для потреб кінцевого споживача. Тому завжди першим постає питання визначення найбільш зручного джерела енергії, а також формування процесів перетворення тим або іншим способом енергії, запасеної в природі, на вид, який необхідний людині. Крім того, виникає проблема доставки отриманої енергії на деяку відстань від місця її одержання до місця розташування споживача енергії. Тому при побудові ланцюжків споживання енергії важливим є не тільки походження, але й тип носія використовуваного виду енергії.

За джерелом і типом носія можна виділити такі види енергії:

1. **Сонячна енергія** — джерелом її є Сонце, а передача здійснюється сонячним випромінюванням усіх діапазонів — ультрафіолетового, світлового, інфрачервоного, рентгенівського й інших.

2. **Гідроенергія** — енергія мас води планети Земля, потенціальна складова якої формується різницею у висоті різних ділянок русла рік, поверхні морів і океанів, а кінетична — рухом поточної води. Носієм її є води струмків, рік, озер, морів і океанів.

3. **Вітрова енергія** — енергія руху повітряних мас в атмосфері.

4. **Енергія припливів** — добові коливання висоти рівня води у водоймах, за рахунок яких можна одержувати енергію аналогічним гідроенергії способом.

5. **Геотермальна енергія** — енергія земних надр, пов'язана з високою температурою внутрішніх шарів літосфери порівняно із земною поверхнею. Носієм цього виду енергії є маси речовини земних надр.

6. **Біоенергія** — енергія, запасена в організмі живої істоти, яка вивільняється в різних процесах його життєдіяльності, у тому числі у відходах життєдіяльності.

7. **Хімічна енергія**. Цей вид енергії міститься у молекулі хімічної речовини й обумовлений наявністю притягання атомів у ній. Під час хімічних реакцій при розпаді одних речовин і утворенні інших енергія може

як виділятися в навколишнє середовище (екзотермічна реакція), так і поглинатися знову утвореними молекулами (ендотермічна реакція).

8. Ядерна енергія, що міститься в ядрі атома речовини й обумовлена силами внутрішньоатомної взаємодії.

9. Електрична енергія. Енергія руху заряджених частинок в електричному полі. Носієм її є елементарні частинки — електрони, а також іони атомів, що мають електричний заряд.

10. Теплова енергія — енергія руху частинок нагрітого робочого тіла. Носієм її є молекули й атоми нагрітої речовини. Її можна у свою чергу підрозділити на природне (яке міститься в навколишньому середовищі й пов'язане із природними процесами) і технологічне тепло.

11. Енергія електромагнітного випромінювання, що являє собою енергію, яка міститься в змінному електромагнітному полі.

Види енергії 1 - 8 з наведеного списку, а також теплова енергія природного походження є вихідними для технологічних схем енергогенерації. Вони певним чином розташовуються в навколишньому середовищі й можуть бути особливим чином узяті з нього.

Електрична енергія й технологічне тепло є основними формами, у яких людина використовує енергію в сучасний момент. Це пов'язано, з одного боку, з можливістю дешевої передачі отриманих обсягів енергії на досить великі відстані, а з іншого — з найвищою ефективністю використання цих видів енергії як безпосередньо (наприклад, тепло для нагрівання металу в процесі лиття), так і після їхнього перетворення (електронагрівники, парові турбіни тощо). Енергія електромагнітного випромінювання також використовується людиною у своїх цілях, однак у більшості випадків вона є кінцевою метою діяльності людини, наприклад у системах зв'язку й телерадіомовлення. У той же час в останні десятиріччя підвищується ступінь ефективності використання цього виду енергії як проміжного в різних технологічних процесах, наприклад, для локального нагрівання окремих ділянок металевої заготовки з метою її регульованого поверхневого зміцнення.

Енергія в природі не перебуває в статичному, «замороженому» стані. У процесі руху, зіткнення об'єктів і середовищ, генерації й поширення полів і випромінювань та ін., а також при виконанні живими істотами тих або інших дій відбувається постійне перетворення одних видів енергії на інші. Наприклад, при ковзанні твердого тіла похилою площиною відбувається перетворення потенціальної енергії, запасеної тілом у полі гравітації, на кінетичну з одночасним переходом частини кінетичної енергії в теплову енергію, що виділяється при терті.

Як було зазначено вище, деякий обсяг енергії запасено у хімічних сполуках, у тому числі в молекулах кліток живих істот — рослин і тварин. Також запаси енергії утримуються в русі водних і повітряних мас, сонячному випромінюванні, випромінюванні радіоактивних речовин тощо. У той же час людина має потребу в певних видах енергії для виконання

тих або інших дій, здійснення корисної роботи. Параметри цієї енергії найчастіше строго регламентуються, наприклад, частота, напруга й сила електричного струму для електроенергії або температура й швидкість плинину теплоносія для теплової енергії. Ці обмеження накладаються виходячи з конструктивних і технологічних вимог використовуваних процесів і устаткування.

Крім того, істотною умовою нормального плинину будь-якого виробничого процесу є забезпечення стабільності або програмної зміни його параметрів. У переважній більшості випадків безпосереднє використання доступних запасів енергії практично неможливе саме з цієї причини. Вирішити поставлені проблеми виявляється можливим за рахунок створення спеціальних процесів перетворення запасів енергії в тому або іншому джерелі до потрібного виду.

На рис. 2.1 показано схему великої системи «енергетика», що ілюструє різноманітність включених у неї підприємств, процесів, а також розгалуженість їхніх взаємозв'язків. У цілому можна виділити чотири основних стадії транспортування первинних енергетичних ресурсів (від природного стану в динамічній рівновазі з навколишнім середовищем до кінцевого споживача):

- видобуток або пряме споживання первинних природних ресурсів енергії;
- перероблення первинних ресурсів з доведенням їх до стану, придатного для використання або споживання;
- перетворення зв'язаної енергії перероблених ресурсів на електричну енергію на теплових, атомних і гідроелектростанціях або ж теплову — у котельнях і теплоелектроцентралях;
- безпосереднє споживання енергії.

Як можна бачити, тут є всі системні ознаки й структурні компоненти, що дають можливість погодити складні взаємозв'язки енергетики в єдиному механізмі дій, сформулювати завдання керування системою, а також розкрити роль усіх її підсистем.

Кожна стадія процесу транспортування енергії (рис. 2.1), запасеної в природних ресурсах, сама, у свою чергу, є складним комплексом різних процесів перетворення енергії — фізичних, хімічних і технологічних, що істотно погіршує процес вибору рішень з підвищення ефективності роботи системи «енергетика» у цілому. При такій різноманітності аналізованих об'єктів необхідно застосовувати весь спектр аналізу безлічі дисциплін — від фізики й хімії до економіки й менеджменту. Застосування методів останніх дисциплін потребує розгляду системи і її підсистем за організаційною ознакою, у зв'язку з чим доцільно виділити в системі «енергетика» окремі енергетичні ланцюжки з розбивкою їх на структурні елементи — енергетичні ланцюжки пов'язані з виробництвом, передачею й споживанням одного виду енергії.

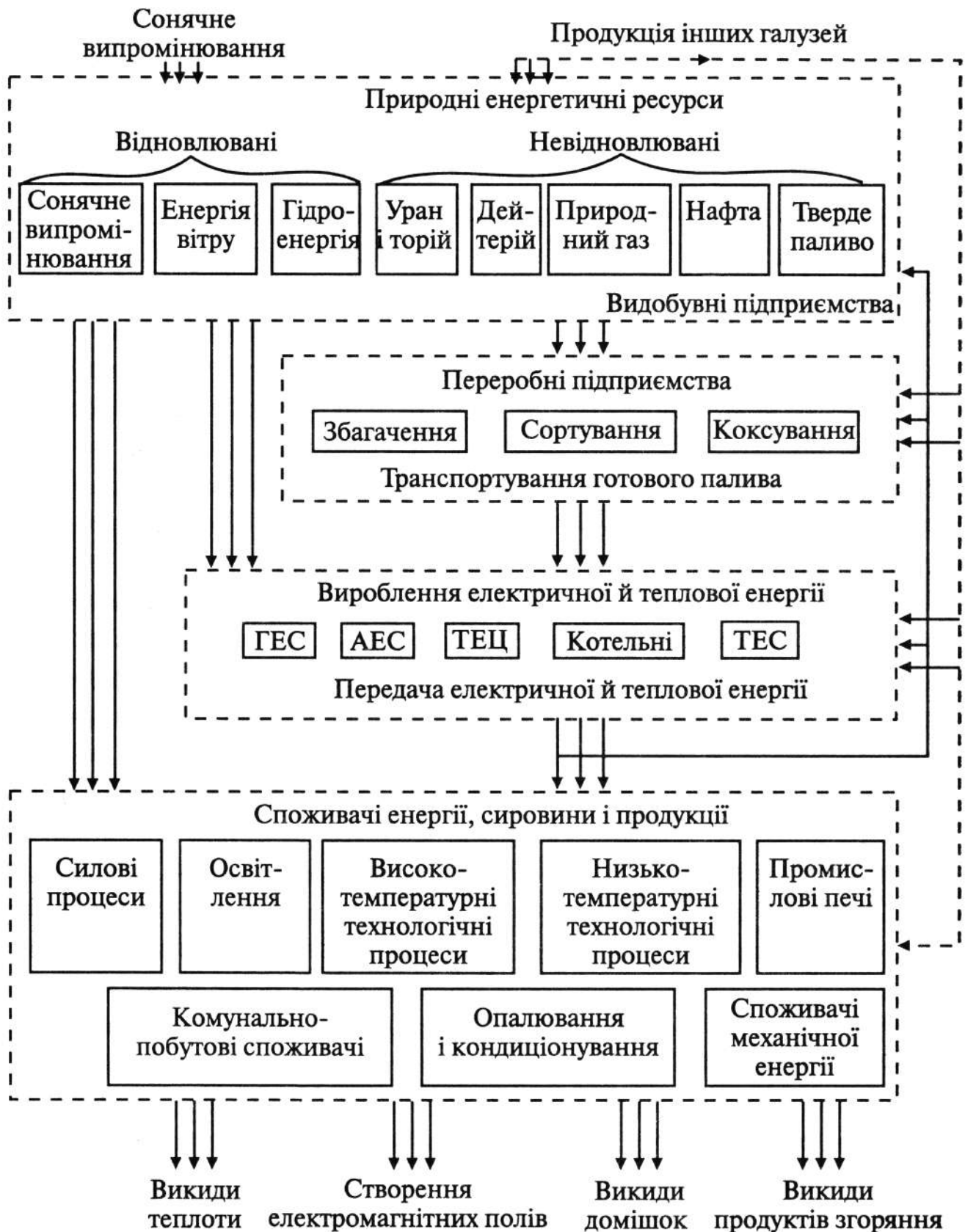


Рисунок 2.1 — Схема основних взаємозв'язків у системі «енергетика»

На рис. 2.2 показано структуру системи енергопостачання — повного енергетичного ланцюжка, сформованого на сьогоднішній день діяльністю

людини, що містить усі види джерел енергії й способів їхнього перетворення й передачі до кінцевого споживача.

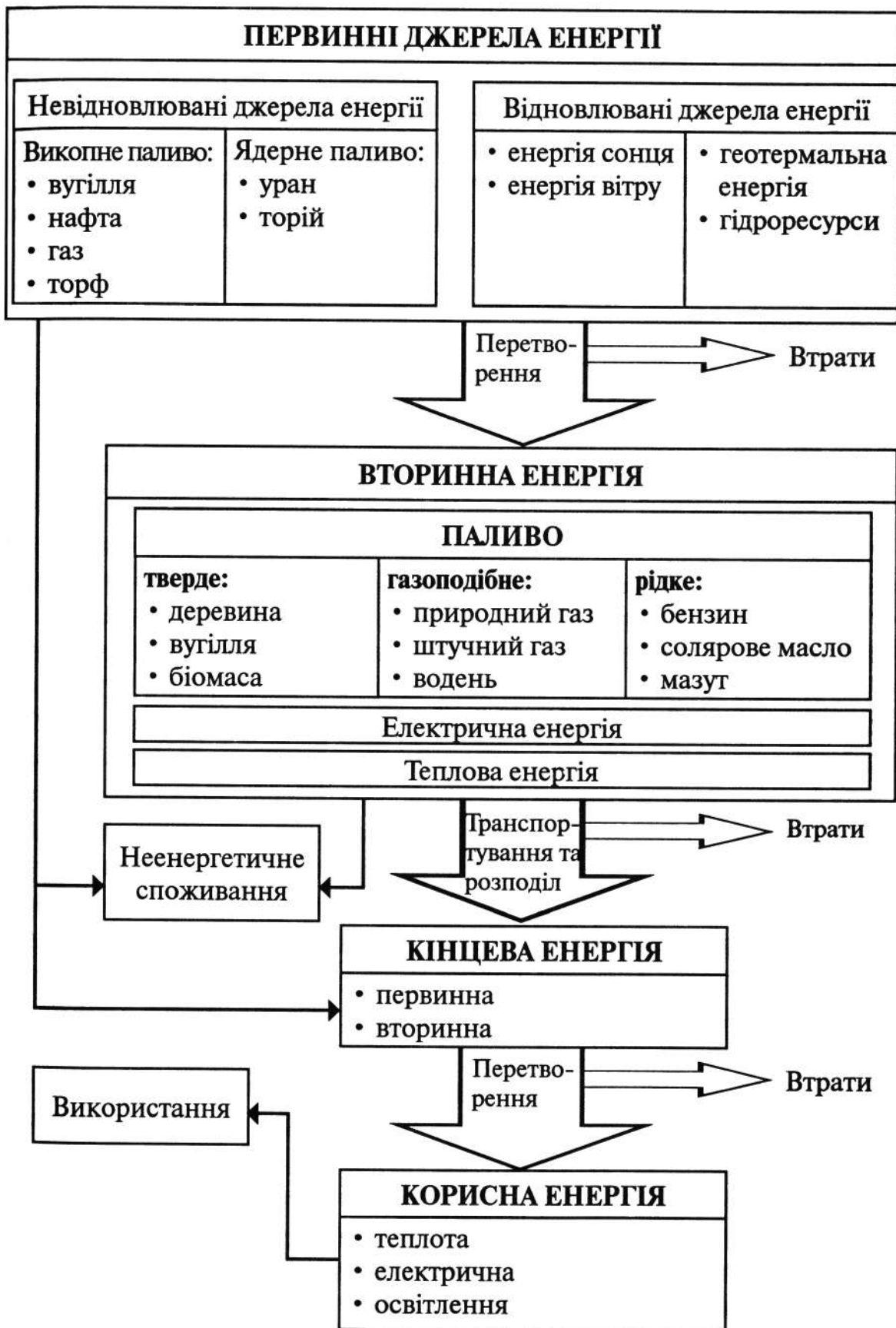


Рисунок 2.2 — Структура системи енергопостачання

2.2 Життєвий цикл енергії

Розглянемо стадії життєвого циклу енергії (рис. 2.3). При цьому для спрощення обмежимося одним видом енергії, розглядаючи його від стадії генерації — перетворення на цей вид з будь-якого іншого, до стадії споживання — перетворення даного виду енергії на інший з виконанням певної роботи.

На стадії генерації джерело енергії перетворить вихідний її вид на необхідний. Наприклад, на тепловій електростанції електроенергія буде генеруватися за рахунок послідовного перетворення хімічної енергії молекул палива й окислювача на теплову енергію згоряння, далі на кінетичну енергію обертання парової турбіни і лише потім безпосередньо на електроенергію. Кожне перетворення пов'язане із втратами її за рахунок тих або інших недосконалостей в операціях перетворення. На стадії передачі отриманий вид енергії переміщується в просторі до місця споживання — на підприємство або в житло людини. Тут перетворення енергії є неприпустимим, оскільки головним завданням є забезпечення схоронності переданої енергії в тому вигляді, у якому вона отримана для передачі. На стадії споживання знову відбувається перетворення енергії з метою її використання в тому або іншому процесі. Фактично будь-який процес життєдіяльності людини пов'язаний зі споживанням одних видів енергії й перетворенням їх на інші.



Рисунок 2.3 — Життєвий цикл енергії

Накопичувати енергію у вільній формі на будь-який тривалий період часу практично неможливо, у зв'язку з чим процеси виробництва, передачі й споживання власне енергії мають збігатися в часі або відбуватися безпосередньо один за одним. Другий варіант — накопичення енергії у вигляді ефективних вторинних джерел енергії — дозволяє розділити моменти виробництва й споживання, однак пов'язаний з додатковими втратами їхнього виробництва й зберігання. Зазначені вище моменти істотно впливають на характер виробничих, технічних і економічних зв'язків енергетики з іншими галузями матеріального виробництва й стосуються структури й форми розвитку власне енергетики й систем енергопостачання.

Таким чином, увесь процес руху енергії від моменту її генерації (виробництва або відновлення первинного джерела енергії) до її використання супроводжується втратами на кожній зі стадій життєвого циклу. Аналогічно втратами супроводжується кожний більш складний енергетичний ланцюжок, що містить кілька перетворень енергії з одного

виду на інший. Наприклад, сира нафта, що видобувається з надр, є первинним джерелом енергії, але має обмежене застосування. Її можна перетворити на більш ефективні вторинні джерела енергії — бензин, газ та ін. Однак такі перетворення пов'язані з певними втратами. Транспортування енергії споживачеві також потребує певних витрат енергії — її необхідно перетворити й «помістити» в енергоносії. Зрештою, енергія втрачається й на стадії споживання.

2.3 Поняття корисної енергії. Втрати. Джерела втрат енергії залежно від стадії життєвого циклу енергії

Введемо такі визначення.

Корисна енергія — енергія, що споживається безпосередньо для забезпечення виробничих процесів і життєдіяльності людини. Вона містить тільки той обсяг енергії, що отримано і використано за призначенням кінцевим споживачем. Його значення априорі менше величини, що міститься в первинному джерелі енергії, залученому в ланцюжок.

У традиційному розумінні цього терміну, поданому, зокрема, на рис. 2.2, втрати енергії являють собою її ресурси, отримані при переробці первинних джерел енергії й не використані кінцевими споживачами. Однак з урахуванням можливостей реалізації енергозберігаючих технологій у промисловості й побуті це визначення звучується до такого: **втрати енергії** — це необоротні й недоступні для вторинного використання ресурси енергії, отримані при переробленні первинних джерел енергії.

Вторинні енергетичні ресурси — обсяг енергії, що втрачається в основному процесі споживання, утворюється в технологічних агрегатах (установках, процесах) і не використовується в них, однак є доступним для використання в іншому технологічному процесі або побутовій сфері.

Відповідно до стадій життєвого циклу можна виділити три джерела втрат енергії в ньому.

На стадії генерації частина енергії джерела не перетворюється на потрібний вид, а витрачається на забезпечення технологічного процесу, що генерує, або ж просто втрачається з різних причин. Тому в результаті генерації буде отримана кількість енергії менша, ніж вихідна, узятая з джерела. Коефіцієнт корисної дії на цій стадії буде менше одиниці:

$$\eta_{ген} = \frac{E_{ген}}{E_{дж}} = \frac{E_{дж} - \Delta E_{ген}}{E_{дж}} < 1, \quad (2.1)$$

де $E_{ген}$ — результат перетворення енергії; $E_{дж}$ — кількість спожитої при генерації енергії — у тому числі обсяг енергії, виражений непрямым чином через кількість спожитих при генерації ресурсів — хімічного, ядерного палива тощо; $\Delta E_{ген}$ — втрати енергії на стадії її виробництва.

На стадії передачі частина переданої енергії втрачається через недосконалість передавального технологічного процесу або з інших причин. Тому в результаті передачі споживачами буде отримана кількість енергії менша, ніж вихідна, отримана після генерації. Коефіцієнт корисної дії на цій стадії також буде менше одиниці:

$$\eta_{пер} = \frac{E_{пер}}{E_{ген}} = \frac{E_{ген} - \Delta E_{пер}}{E_{ген}} < 1, \quad (2.2)$$

де $E_{пер}$ — результат передачі енергії; $E_{ген}$ — кількість прийнятої до передачі енергії, яка дорівнює кінцевому виробітку енергії на стадії генерації; $\Delta E_{пер}$ — втрати, пов'язані з передачею енергії кінцевому споживачеві.

На стадії споживання частина енергії втрачається споживачем, однак вона включається лише у витрати підприємства. Тому в результаті буде спожита кількість енергії менша, ніж вихідна, отримана споживачем. І на цій стадії життєвого циклу енергії коефіцієнт корисної дії буде менше одиниці:

$$\eta_{сп} = \frac{E_{сп}}{E_{пер}} = \frac{E_{сп} - \Delta E_{сп}}{E_{пер}} < 1, \quad (2.3)$$

де $E_{сп}$ — корисна енергія, спожита в потребах споживача; $E_{пер}$ — загальний обсяг енергії, отриманий споживачем через мережу передачі; $\Delta E_{сп}$ — втрати енергії в процесі її споживання, пов'язані з необхідністю перетворення її на корисну роботу (корисну енергію).

Загальний коефіцієнт корисної дії системи «генерація — передача — споживання» буде визначатися формулою

$$\eta_{\Sigma} = \frac{E_{сп}}{E_{дж}} = \eta_{ген} \cdot \eta_{пер} \cdot \eta_{сп} < 1, \quad (2.4)$$

або

$$\begin{aligned} \eta_{\Sigma} &= \frac{E_{сп}}{E_{дж}} = \frac{E_{дж} - \Delta E_{\Sigma}}{E_{дж}} = \\ &= \frac{E_{дж} - (\Delta E_{ген} + \Delta E_{пер} + \Delta E_{сп})}{E_{дж}} < 1, \end{aligned} \quad (2.5)$$

де загальні втрати енергії в системі

$$\Delta E_{\Sigma} = \Delta E_{ген} + \Delta E_{пер} + \Delta E_{сп}. \quad (2.6)$$

Втрати в енергетичних ланцюжках будуть існувати завжди. Їхня наявність визначена законом збереження й перетворення енергії, відповідно до якого для здійснення будь-якої дії необхідно витратити певний обсяг енергії, зробивши корисну роботу. З іншого боку, наявність

утрат у ланцюжку пов'язана з недосконалістю виконуваних технологічних процесів, а також помилками в їхній реалізації. У той же час завжди є можливість перетворення цієї частини втрат на вторинні енергетичні ресурси:

– на стадії генерації енергії

$$\Delta E_{ген}^{збер} = E_{дж} - E_{ген} - E_{ген}^{втор}; \quad (2.7)$$

– на стадії передачі енергії

$$\Delta E_{пер}^{збер} = E_{ген} - E_{пер} - E_{пер}^{втор}; \quad (2.8)$$

– на стадії споживання енергії

$$\Delta E_{сп}^{збер} = E_{пер} - E_{сп} - E_{сп}^{втор} \quad (2.9)$$

з наступним їх використанням. Таким чином, сумарний коефіцієнт корисної дії системи дорівнюватиме

$$\eta_{\Sigma}^{збер} = \frac{E_{сп} + E_{ген}^{втор} + E_{пер}^{втор} + E_{сп}^{втор}}{E_{дж}}, \quad (2.10)$$

$$\eta_{\Sigma}^{збер} > \eta_{\Sigma}. \quad (2.11)$$

У системі «генерація - передача - споживання» всі вторинні ресурси енергії також направляються на споживання, однак обсяги споживання енергії визначаються не обсягами її виробництва, а потребами самих споживачів. Тому при виведенні частини втрат у розряд вторинних енергоресурсів енергоспоживання практично не змінюється, а отже, за рахунок підвищення коефіцієнта корисної дії системи з'являється можливість знизити потребу в первинних джерелах енергії — викопному паливі, гідроенергії тощо:

$$E_{дж}^{збер} < E_{дж}. \quad (2.12)$$

З екологічної точки зору зниження споживання енергоресурсів приводить до зменшення необхідних потужностей генеруючого й передаючого сегментів ланцюжка, що в цілому означає комплексне зменшення навантаження на навколишнє середовище з боку всіх елементів системи «енергетика».

2.4 Поняття енергозбереження

Очевидно, що завдання розвитку енергетики й збереження рівноважного функціонування природного середовища суперечать один одному. Взаємодія енергетики з навколишнім середовищем відбувається на всіх стадіях енергетичного ланцюжка. Вона обумовлена як способами видобутку, переробки, транспортування, перетворення й споживання енергії, так і застосуванням електричної й теплової енергії від загальних

мереж і автономних джерел. На рис. 2.4 показано структурну схему взаємодії систем «енергетика» і «навколишнє середовище». Стимулювання зниження споживання ресурсів у системі «енергетика» приводить до комплексного зниження всіх складових впливу на навколишнє середовище, зокрема, кількості відходів, забруднень, споживання кисню, впливу на ландшафтні й кліматичні характеристики тощо.

Усі стадії енергетичного ланцюжка супроводжуються втратами енергії, за які, в остаточному підсумку, платить споживач. При цьому безпосередньо впливати на зниження втрат енергії технічними й організаційними методами він може тільки в рамках складової $\Delta E_{сп}$ — втрат енергії, що відбуваються на території виробничого або побутового об'єкта, що перебуває в його власності. Однак на зниження обсягів енергії, які генеруються й передаються додатково, також можна впливати правовими й економічними методами. Правові методи містять використання існуючих правових механізмів, наприклад антимонопольного законодавства, а також створення нових правових і нормативних документів, що забезпечують стимулювання виконання всіма суб'єктами системи «енергетика» вимог законодавства.

«Законом про енергозбереження» вводяться такі визначення.

Енергозбереження — діяльність (організаційна, наукова, практична, інформаційна), спрямована на раціональне використання й ощадливу витрату первинної й перетвореної енергії, а також природних енергетичних ресурсів у національному господарстві й реалізована з використанням технічних, економічних і правових методів.

Енергозберігаюча політика — адміністративно-правове й фінансово-економічне регулювання процесів видобутку, переробки, транспортування, зберігання, виробництва, розподілу й використання паливно-енергетичних ресурсів з метою їхнього раціонального використання й ощадливої витрати.

Паливно-енергетичні ресурси — сукупність усіх природних і перетворених видів палива й енергії, які використовуються в національному господарстві.

Раціональне використання паливно-енергетичних ресурсів — досягнення максимальної ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів при існуючому рівні розвитку техніки й технології й одночасне зниження техногенного впливу на навколишнє природне середовище.

Економія паливно-енергетичних ресурсів — відносне скорочення витрат паливно-енергетичних ресурсів, що виявляється в зниженні їхніх питомих витрат на виробництво продукції, виконання робіт і надання послуг установленої якості.

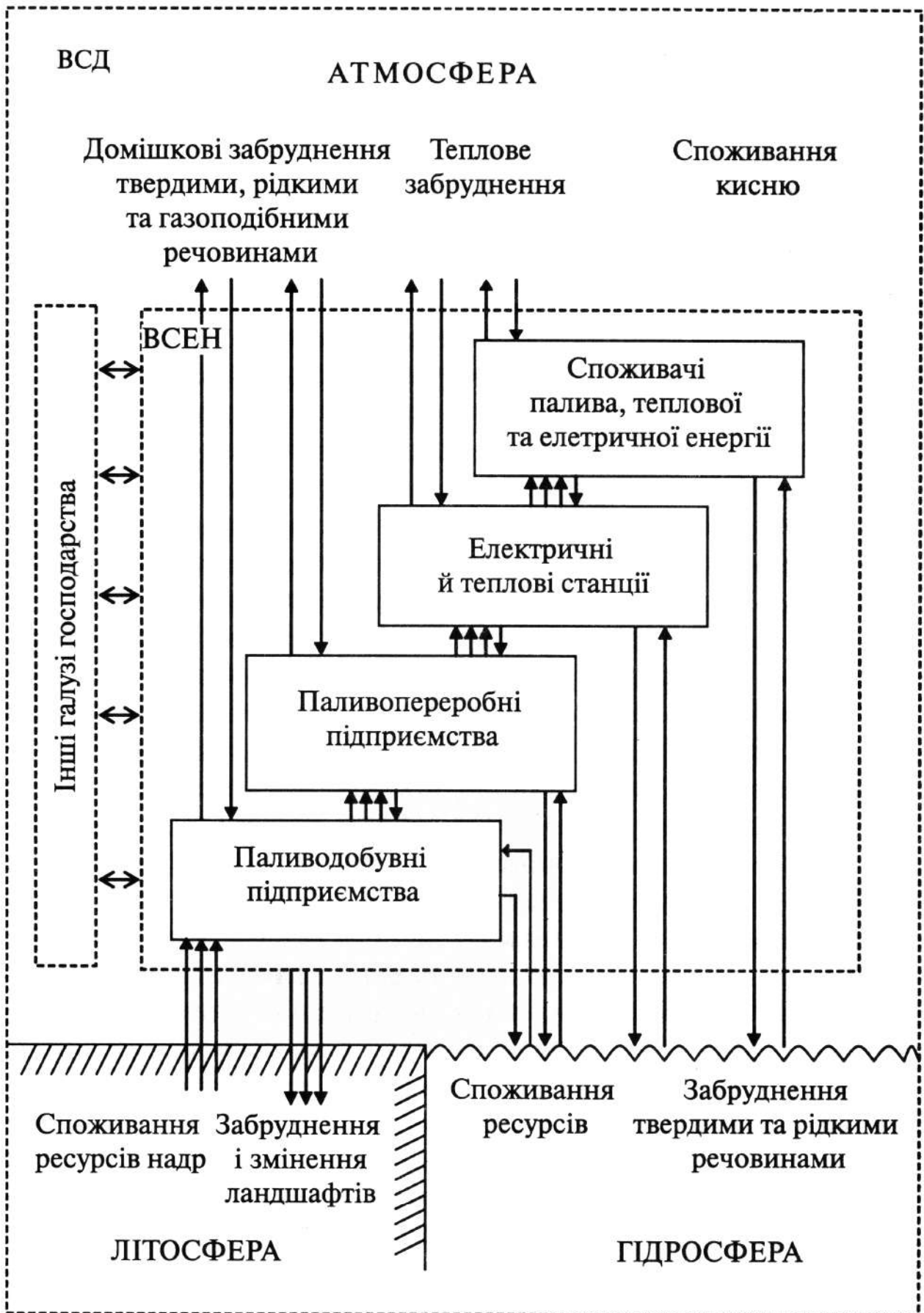


Рисунок 2.4 — Структурна схема взаємодії систем «енергетика» і «навколишнє середовище»

Енергозберігаюча технологія — метод виробництва продукції з раціональним використанням енергії, що дозволяє одночасно зменшити енергетичне навантаження на навколишнє природне середовище й кількість енергетичних відходів, що одержуються при виробництві й експлуатації виготовленого продукту.

Уведені визначення стосуються, насамперед, регулювання економічної сторони енергозбереження. Однак їхній вплив на екологічну складову проблеми раціонального використання енергії є також значним.

2.5 Джерела енергії

Сучасна енергетика є складною, багаторівневою ієрархічною системою, яка призначена для забезпечення комфортних умов проживання населення, а також нормального функціонування промислових підприємств, виробництв і організацій. Тільки надійно й ефективно функціонуюча система забезпечення споживачів різного рівня необхідною енергією й енергетичними ресурсами визначає можливість їхнього існування як єдиного територіального комплексу. Політична й економічна самостійність держави багато в чому визначається її енергетичною забезпеченістю й незалежністю.

Основою функціонування енергетики на сьогоднішній день є виробництво енергії й тепла на базі використання мінерального палива, що являє собою унікальний за масштабами матеріальний і енергетичний обмін з навколишнім середовищем. Забираючи із середовища запаси викопного мінерального палива, енергетика видає «продукт» у вигляді газоподібних і твердих продуктів згорання, а також стічних вод.

Розвиток енергетичного виробництва також пов'язаний з підвищенням теплових викидів у навколишнє середовище — низькотемпературне тепло, під яким розуміють температуру, близьку до температури навколишнього середовища. Енергія всіх споживаних ресурсів, у тій або іншій формі, зрештою, перетвориться на низькотемпературне тепло й перейде в біосферу. Це пов'язано, насамперед, з тим, що низькотемпературне тепло є найбільш стійкою формою енергії в земних умовах. У свою чергу такий процес може порушити тепловий баланс Землі, змінивши кліматичні умови й в остаточному підсумку вплинути на все живе на планеті.

2.5.1 Традиційні джерела енергії

Під традиційними джерелами енергії розуміють, насамперед, ті, що склалися історично в системі енергогенерації. У той же час, з відомих довгий час джерел енергії в коло традиційних включені лише ті з них, які є найбільш ефективними з погляду енергозабезпечення великого машинобудівного виробництва.

У зв'язку з бурхливим розвитком промислового виробництва в XIX-XX сторіччях традиційна енергетика пішла шляхом, який можна охарактеризувати такими організаційними принципами:

1) **концентрація виробничих потужностей** — зосередження їх на великих енергетичних підприємствах зі збільшенням продуктивності устаткування;

2) **централізація енергопостачання** — об'єднання споживачів енергії спільними енергетичними мережами й джерелами енергії, обумовлене нерозривністю в часі процесів виробництва й споживання енергії.

Змінилися процеси використання джерел енергії — якщо на початку цивілізації природна енергія використовувалася безпосередньо для виконання корисної роботи, то тепер з'явилася необхідність у передачі енергії на великі відстані, через що частка використовуваної електроенергії й теплової енергії значно збільшилася. Причому на першому місці за важливістю знаходиться саме електроенергія — адже втрати при її передачі на великі відстані значно менші. Для зменшення втрат при передачі енергії використовують підвищення потенціалу енергоносіїв.

У той же час слід зазначити, що для підприємства найбільш важливим видом енергії є, як не дивно, механічна енергія — кінетична енергія руху механізмів і їхніх частин, а також потенціальна енергія зрівноважування елементів. Дійсно, незалежно від того, яке джерело енергії використовується, її запаси мають бути перетворені на енергію руху машин і механізмів, що виконують корисну роботу. Крім механічної енергії, у деяких технологічних процесах використовується тепла енергія (при проведенні паяння й зварювання, лиття й плавлення тощо) або енергія електромагнітного випромінювання. Джерело цієї енергії для підприємства також не є важливим — значення має лише вартість одержуваної енергії, що впливає на кінцеву собівартість виробу.

Таким чином, при формуванні сучасної структури традиційної енергетики слід дотримуватися вимог концентрації й централізації як обов'язкових умов створення ефективного енергопостачання, що означає використання стабільних за режимом роботи й досить великих за потужністю джерел енергії.

Залежно від виду первинної енергії розрізняють:

- теплові електростанції (ТЕС);
- гідравлічні електростанції (ГЕС);
- атомні електростанції (АЕС).

При виборі виду виробництва енергії, що застосовується в конкретному випадку, основним критерієм є наявність необхідного джерела енергії. ГЕС будують на великих ріках, ТЕС — біля джерел палива. При будівництві АЕС головним критерієм розміщення станції є віддаленість від критичних об'єктів людської життєдіяльності — населених пунктів, водозаборів, сільськогосподарських земель тощо. Також немаловажним є наявність

поблизу запасів води, що використовується в технологічному процесі енергогенерації.

А. Теплові електростанції є основою енергетики України. Застосовують два типи ТЕС — **конденсаційні (КЕС)** і **теплофікаційні електростанції**, або **теплоелектроцентралі (ТЕЦ)**. Останні відрізняються від перших підвищеною ефективністю використання паливно-енергетичних ресурсів за рахунок одночасного виробництва теплової й електричної енергії. Генерація електроенергії на ТЕС відбувається за таким циклом — «хімічна енергія палива → тепла енергія водяної пари → кінетична енергія обертової турбіни → електроенергія».

Споруджені в 80-х роках ХХ сторіччя, ТЕС мають 99 конденсаційних енергоблоків сумарною потужністю 36,4 млн кВт, що становить 67,5% від загальноукраїнського виробництва енергії. Генерація енергії на них становить 39,1% від загальних обсягів по країні. При цьому більше половини енергоблоків експлуатуються за межею встановленого у світовій практиці рівня фізичного й морального старіння обладнання. Ще гірший стан на ТЕЦ — устаткування на деяких з них експлуатується більше 50 років. Якість вугілля, на яких працюють ТЕЦ, також погіршується. Для забезпечення ефективності роботи теплової енергетики необхідно провести масштабну реконструкцію переважної більшості станцій.

Б. Атомні електростанції забезпечують виготовлення більш дешевої енергії. Фактично, АЕС також є тепловими станціями, у яких паровий казан замінено ядерним або термоядерним реактором. Станції також працюють за багатокаскадним циклом — «ядерна енергія → тепла енергія (з передачею від теплоносія до теплоносія для зниження рівня радіації) → кінетична енергія обертання турбіни → електроенергія». У цьому ланцюжку додано кілька каскадів перетворення параметрів тепла, однак усе виробництво виявляється більш економічним, у першу чергу, за рахунок побудови ефективної системи утилізації тепла в системі теплообмінників.

Сьогодні в Україні експлуатується 5 АЕС — 13 енергоблоків загальною потужністю 11,818 млн кВт, що становить 24% від загальної потужності електростанцій України. У той же час вони разом виробляють 46,9% енергії. Україна має власні запаси уранової руди, а також збагачувальні виробництва. Можливість побудови в Україні повного циклу атомної енергетики обмежується відсутністю власного виробництва тепловиділяючих елементів (ТВЕЛ) для ядерних реакторів.

В. Гідралічні електростанції на відміну від ТЕС і АЕС використовують відновлювану первинну енергію падаючого потоку води. Історія її використання людиною починається з безпосереднього перетворення її на механічну енергію руху механізмів. На промисловому етапі розвитку цей вид енергії, на відміну від давно відомої й застосовуваної вітрової енергії, дозволив забезпечити укрупнення й інтенсифікацію генераційних технологічних процесів. Цикл енергогенерації

такий: «створення запасу потенціальної енергії води у водоймищі → кінетична енергія обертової турбіни → електрична енергія». Втрати при цьому пов'язані з нестабільністю режиму плинну великих рік при зміні сезонів, що впливає на режим подачі робочого тіла (води) на станцію. Для компенсації цього ефекту створюються великі акумулюючі гідроенергію водоймища із запасами води. Створення водоймищ вирішує й інші завдання народного господарства — забезпечення судноплавства, водопостачання, зрошення тощо. Собівартість генерації енергії на ГЕС найнижча.

В Україні зараз працює 8 ГЕС із загальною потужністю 4,7 млн кВт, що становить 8,7% від загальної кількості енергогенеруючих потужностей країни. Всі станції разом виробляють 11,2% електроенергії. На жаль, гідроенергетикою України використовується лише 45...60% гідроенергетичного потенціалу України, у той час як для європейських країн цей показник досягає 60...80%. Сьогодні ведеться спорудження ще трьох великих і двох малих ГЕС, які дозволять довести використання енергетичного потенціалу річок України до світового рівня.

2.5.2 Джерела енергії малої енергетики

Підприємства й енергогенеруючі об'єкти малої енергетики в переважній більшості створюються в системі тепlopостачання для забезпечення теплом промислових і побутових споживачів. До малої енергетики належать промислові ТЕЦ і котельні, все устаткування комунальної енергетики, заводські котельні й ТЕС, промислові печі, побутові енергоустановки різної теплопродуктивності. Для них характерним є низький рівень економічності, надійності й безпеки, у тому числі й екологічної. У той же час мала енергетика споживає близько 60% всіх паливно-енергетичних ресурсів України, з яких 49% припадає на природний газ, 20% — на рідке паливо й 31% — на кам'яне вугілля.

В Україні налічується близько 2 млн одиниць паливних установок, що також належать до малої енергетики. З них 75% — малометражні казани потужністю менш 0,1 МВт. Особливу групу складають промислові ТЕЦ (243 одиниці загальною потужністю 3100 МВт), а також виробничі й опалювальні котельні, що є найбільшими споживачами палива.

Таким чином, на потреби енергогенеруючих потужностей систем тепlopостачання малої енергетики витрачається більше первинних паливно-енергетичних ресурсів, ніж у будь-якій іншій галузі. Ефективність використання палива й екологічні показники таких систем не завжди відповідають сучасним вимогам — існує велика кількість низькоефективних котельних та індивідуальних теплогенераторів, що спалюють дефіцитні види палива (газ, мазут). Отже, мала енергетика менш досконала з економічної й екологічної точок зору порівняно з

великими джерелами теплової енергії — теплоцентралями або більшими котельнями. Однак повна відмова від застосування малих джерел на практиці неможлива, оскільки застосування великих потужностей є виправданим лише за наявності великих централізованих споживачів. Передача ж тепла на великі відстані потребує створення великих розгалужених мереж, утрати в яких на порядок вище, ніж у мережах електропостачання.

2.5.3 Нетрадиційні джерела енергії

Природно-кліматичні умови України дозволяють використовувати нетрадиційні первинні джерела енергії: метан вугільних родовищ, біогаз супутніх відходів, сонячну, вітрову, геотермальну енергію. З екологічної точки зору найбільш цікавими є відновлювані джерела енергії — сонячне випромінювання, рослинна й тваринна біомаса, морські припливи, вітер, річки, морські й океанські течії. Перелічені вище джерела дотепер використовуються незначною мірою, хоча їхні запаси практично невичерпні.

А. Сонячна енергетика

Сонце — невичерпне джерело, що випромінює на Землю енергію в кількості, що набагато перевищує потребу в ній і зараз і навіть у віддаленому майбутньому. Всі відновлювані джерела енергії є результатом впливу на планету сонячного випромінювання. Паливно-енергетичні ресурси також являють собою запаси променистої енергії Сонця, поглинені рослинами в доісторичні часи.

Сонячне випромінювання є екологічно нейтральним, оскільки процес його використання не призводить до шкідливих викидів і майже не викликає додаткового нагрівання поверхні планети.

Рівень надходження сонячної радіації в Україні досить високий, становить 3.46 млрд МВт-год на рік. Найбільше число годин сонячного сяйва (2300 - 2400 годин на рік) спостерігається в Криму й на узбережжі Чорного й Азовського морів. У степовій зоні України тривалість сонячного сяйва становить 2000 - 2200 годин. У напрямку Полісся й на сході країни тривалість сонячного сяйва зменшується до 1740 - 1840 годин, у низинах Закарпатської області число годин сонячного сяйва досягає 2025 годин на рік. Найбільш сонячні місяці — з травня по серпень, найменш сонячні — з листопада по лютий.

Існує три основних способи використання сонячної енергії:

- **фотоелектричний** — безпосереднє перетворення енергії Сонця на електричну енергію за допомогою сонячних батарей;
- **теплотехнічний** — безпосереднє перетворення сонячної енергії на низькопотенціальну теплову енергію;
- **біотехнологічний** — засвоєння енергії Сонця рослинами в процесі фотосинтезу з наступною утилізацією біомаси.

Найбільш привабливим з екологічної точки зору є **фотоелектричний спосіб** виробництва електроенергії за допомогою сонячних фотоелектричних станцій. Сонячний елемент — це дві тонкі пластинки кристалічного кремнію, з'єднані між собою. Сонячне світло, падаючи на верхню пластину, вибиває з неї електрони й посиляє їх на нижню, у результаті чого виникає постійний електричний струм. Перевагою таких батарей є їхня безшумність, невичерпність джерела енергії, відсутність частин, що рухаються, простота й швидкість монтажу, експлуатації й обслуговування установок. Основна перешкода для розвитку фотоенергетики — висока вартість енергії, що генерується на цих станціях.

Теплотехнічний спосіб реалізують у системах теплопостачання. Сьогодні в Україні реалізовано більше 50 експериментальних проектів у різних областях народного господарства. Річний виробіток теплової енергії досягає 500 - 600 кВт-год/м², строк окупності — від 3 до 10 років. Найбільш перспективним зараз є створення теплових колекторів-поглиначів сонячної енергії в комплекті з насосом, що розганяє тепло по трубах внутрішнього парового опалення будинку. Частина тепла може бути використана відразу ж, а частина запасена в теплоізольованих ємностях для використання в нічний час доби. Перспективним є також застосування пасивних систем опалення без спеціального устаткування, що працюють за рахунок нагрівання будівельних конструкцій будинків. У далекій перспективі — створення високотемпературних геліосистем, що являють собою високоефективні теплові станції, які утилізують первинну енергію Сонця.

Біотехнологічний спосіб виробництва енергії крім цілеспрямованого вирощування рослин для їхнього наступного використання може бути також супутнім сільському господарству, паперово-целюлозній і хімічній промисловості, оскільки дозволяє утилізувати великі обсяги відходів життєдіяльності рослин і тварин, а також виробництва паперу й пластмас із органічної сировини. Про нього більш докладно мова йтиме в розділі про біоенергетику.

Б. Вітроенергетика

Енергія вітру характеризується невисокою концентрацією вітрового потоку й випадковим характером зміни його швидкості й напрямку.

Основний вплив на клімат і, як наслідок, на вітровий режим території України мають Атлантичний й Північний Льодовитий океани. Важливе значення для формування клімату окремих регіонів мають гори, їхня висота й розташування. Мова йде про Карпати, Подільську, Волинську і Придніпровську височини, Донецький кряж і Кримські гори. Для інших регіонів має значення близькість Чорного й Азовського морів, а також рівнинний характер місцевості (Причорноморська низина).

Для сучасного технічного рівня вітроенергетичного устаткування використовуються райони із середньорічними швидкостями вітру 5 м/с і

більше. Сумарна площа, на якій доцільним є спорудження вітроенергетичних станцій, становить 20% території України.

Для середньорічних швидкостей вітру більше 5 м/с можна виділити сім регіонів і дві зони. До регіонів належать Карпатський, Причорноморський, Приазовський, Донбаський, Західно-Кримський, Східно-Кримський, до зон — Харківська й Полтавська. Лідируюче положення в питаннях розвитку вітроенергетики в Україні займає Крим.

У цілому територіальні особливості України й вітрових умов сприятливі для будівництва вітроелектростанцій. Конче потрібним є використання сучасних комп'ютерних технологій для оцінювання вітрового потенціалу й вибору площадок вітроенергетичних станцій. Для нівелювання нерівномірності вітрових характеристик обов'язковим є застосування акумуляторних батарей, що накопичують енергію у вітряний час і віддають її у періоди затишшя.

В. Геотермальна енергетика

Геотермальна енергія — це енергія тепла, що виділяється із внутрішніх зон Землі протягом сотень мільйонів років. Людина може використовувати цей вид енергії тільки там, де вона виявляє себе близько до поверхні планети, тобто в районах вулканічної й сейсмічної активності. У світі промислове освоєння геотермальних ресурсів почалося після створення й пуску в Італії в 1916 р. геотермальної електростанції потужністю 7,5 МВт. Зараз ефективно цю енергію використовують США, Італія, Ісландія, Мексика, Японія, Нова Зеландія, Росія, Філіппіни, Угорщина, Сальвадор.

Можна виділити чотири основних типи ресурсів геотермальної енергії:

- поверхнєве низькотемпературне тепло, яке використовується тепловими насосами;

- енергетичні ресурси пари, гарячої й теплої води біля поверхні, що використовуються зараз у виробництві електроенергії;

- теплота, зосереджена глибоко під поверхнею;

- енергія магми й теплота, що накопичується вулканами.

У цей час у геотермальній енергетиці використовуються переважно перші два типи ресурсів.

Теплові насоси (підвищувальні термотрансформатори) — це пристрої, що приймають теплоту навколишнього середовища для наступної передачі її тілу з більш високою температурою. Особливий інтерес до теми теплових насосів викликаний тим, що низькотемпературне тепло, що поглинається ними, є в більшості випадків продуктом технічної діяльності людини, причому, чим нижче його температурний рівень, тим більша кількість тепла втрачається, розсіюючись у навколишнє середовище. Застосування теплових насосів є одним з важливих напрямків утилізації теплоти вторинних енергетичних ресурсів. Головна ділянка їхнього застосування на сьогоднішній день — нагрівання теплоносія систем опалення, вентиляції й гарячого водопостачання будинків. Однак їх можна використовувати й у технологічних цілях.

У напрямку **виробництва електроенергії** Україна має у своєму розпорядженні значні ресурси геотермальної енергії, потенційні запаси якої оцінюються величиною 1022 ГДж. Це еквівалентно запасам палива $3,4 \cdot 10^{11}$ т у.п. Потенційна потужність ГеоТЕС з урахуванням можливості видобутку запасів і ККД перетворення геотермальної енергії становить 230 ГВт.

Серед районів України, перспективних для розвитку геотермальної енергетики, слід виділити Закарпаття, де за геологічними і геофізичними даними на глибинах до 6 км температури гірських порід досягають 230 - 275°C.

Значні ресурси геотермальної енергії є у Криму, для якого найбільш перспективними є Тарханкутський і Керченський півострови, де спостерігаються найбільші геотермічні градієнти, а температура гірських порід у цих районах на глибинах 3,5 - 4 км може досягати 160 - 180°C. Виходячи з наявних оцінок запасів геотермальної енергії пріоритетними районами будівництва є такі райони: Керченський півострів, Передкарпаття (Львівська обл.), окремі родовища в Харківській, Полтавській і Донецькій областях.

Виходячи з технічних можливостей ГеоТЕС і обмежень з екологічних і економічних причин, розвиток геотермальної електроенергетики видається оптимальним за такими пріоритетними напрямками:

- створення досить великих ГеоТЕС на базі високотемпературних геотермальних родовищ із температурою більше 150°C и одиничною потужністю блоків 10 - 50 МВт;

- розвиток мережі дрібних ГеоТЕС із одиничною потужністю 50 - $5 \cdot 10^3$ кВт;

- створення комбінованих електростанцій з використанням як теплоти геотермальних вод, так і теплоти, одержуваної в результаті спалювання органічних видів палива (нафти, газу, вугілля);

- створення комбінованих електротехнологічних вузлів для отримання електроенергії, теплоти, а також коштовних компонентів, що містяться в геотермальних теплоносіях.

Г. Мала гідроенергетика

Досвід деяких країн показує, що освоєння потенціалу малих річок з використанням малих ГЕС і мікроГЕС допомагає вирішити проблему поліпшення енергопостачання численних споживачів. Найбільш ефективними є малі ГЕС, які створюються на існуючих гідротехнічних спорудженнях.

В Україні налічується більше 63 тис. малих річок і водотоків загальною довжиною 135,8 тис. км, з них близько 60 тис. (95%) — дуже малі (довжина менше 10 км). Їхня сумарна довжина — 112 тис. км, тобто середня довжина такого водотоку — 1,9 км. Технічний гідроенергетичний потенціал малих річок становить 0,7 млн кВт (6,4 млрд кВт·ч) або 30% від загального технічного потенціалу всіх річок України (21,5 млрд кВт·ч). Економічний

гідропотенціал малих річок України може бути оцінений у розмірі 1,3 - 1,6 млрд кВт·ч.

У першій половині ХХ сторіччя мала гідроенергетика була одним із ключових напрямків енергозабезпечення території України. На початку 50-х років кількість побудованих малих гідроелектростанцій становила 956 одиниць із загальною потужністю 30000 кВт. Однак у зв'язку з розвитком централізованого електропостачання в республіці зі стійкою тенденцією до концентрації виробництва електроенергії на потужних тепло- і гідроелектростанціях будівництво малих ГЕС було зупинено. У цей час у зв'язку з деякими недоліками великих ГЕС, таких, як велика вартість, мала кількість регіонів, придатних для будівництва, велика шкода навколишньому середовищу, їхнє будівництво повсюдно припинене, за винятком Китаю й Бразилії. В останнє десятиліття минулого сторіччя промислово розвинені країни значно активізували процес будівництва малих ГЕС.

Мала гідроенергетика України у зв'язку з її незначною питомою вагою (до 0,2%) у загальному енергобалансі не може істотно впливати на умови енергозабезпечення країни. Однак експлуатація малих ГЕС дає можливість виробити близько 250 млн кВт·ч електроенергії, що еквівалентно щорічній економії до 75000 т дефіцитного органічного палива. Розвиток малої гідроенергетики слід уважати одним з напрямків політики енергозбереження й поліпшення екологічної обстановки в Україні.

Д. Біоенергетика

Біомаса — термін, що вживається для позначення сукупності живої й неживої, рослинної й тваринної матерії на нашій планеті. Цей термін включає також такі поняття, як перегній, відходи м'ясо- і молококомбінатів, гнилі овочі, залишки сільськогосподарських культур на полях, органічні промислові й побутові відходи, відходи лісового господарства, боєнь, броварень, зернопереробних, текстильних, целюлозно-паперових виробництв тощо.

У будь-якій формі біомаса є ефективним поновлюваним джерелом енергії, простим і дешевим. Майже третина населення Землі дотепер використовує біомасу у вигляді деревини як основне джерело палива. Ресурси біомаси в різних видах є майже в усіх регіонах світу, і майже в кожному з них можна налагодити її перероблення в енергію й паливо. На сучасному рівні за рахунок біомаси можна перекрити 6 - 10% від загальної кількості енергетичних потреб промислово розвинених країн.

Біомаса є продуктом фотосинтезу. Щорічно на Землі за допомогою фотосинтезу утворюється близько 120 млрд тонн сухої органічної речовини, що енергетично еквівалентно більше 40 млрд тонн нафти. Зараз одержання енергії з біомаси є галуззю, що динамічно розвивається у багатьох країнах миру. Це пояснюється такими її паливними властивостями, як великий енергетичний потенціал, відновлюваний характер, надійність систем енергопостачання, можливість істотно знизити

викиди вуглекислого газу в атмосферу, а також значний внесок у проблему утилізації великої кількості органічних відходів. Надзвичайно важливою є утилізація біомаси в сільському господарстві, де на різні технологічні потреби витрачається велика кількість палива й безупинно зростає потреба у високоякісних добривах. На сучасному етапі можна виділити три напрямки використання біомаси:

- біоконверсія;
- термохімічна конверсія;
- спалювання.

Біоконверсія — розкладання органічних речовин рослинного або тваринного походження без доступу повітря завдяки спеціальним видам бактерій з утворенням біогазу або рідких палив — етанолу, бутанолу тощо.

Біогаз — це суміш метану й вуглекислого газу, що утворюється в процесі анаеробного збродження в спеціальних реакторах — метантенках, улаштованих і керованих таким чином, щоб забезпечити максимальне виділення метану. Енергія, що одержується при спалюванні біогазу, може досягати від 60 до 90% тієї, яку містить вихідний матеріал. Інша, і дуже важлива, перевага процесу перероблення біомаси полягає в тому, що в його відходах міститься значно менше хвороботворних мікроорганізмів, ніж у вихідному матеріалі. Схему процесу одержання біогазу показано на рис. 2.5.

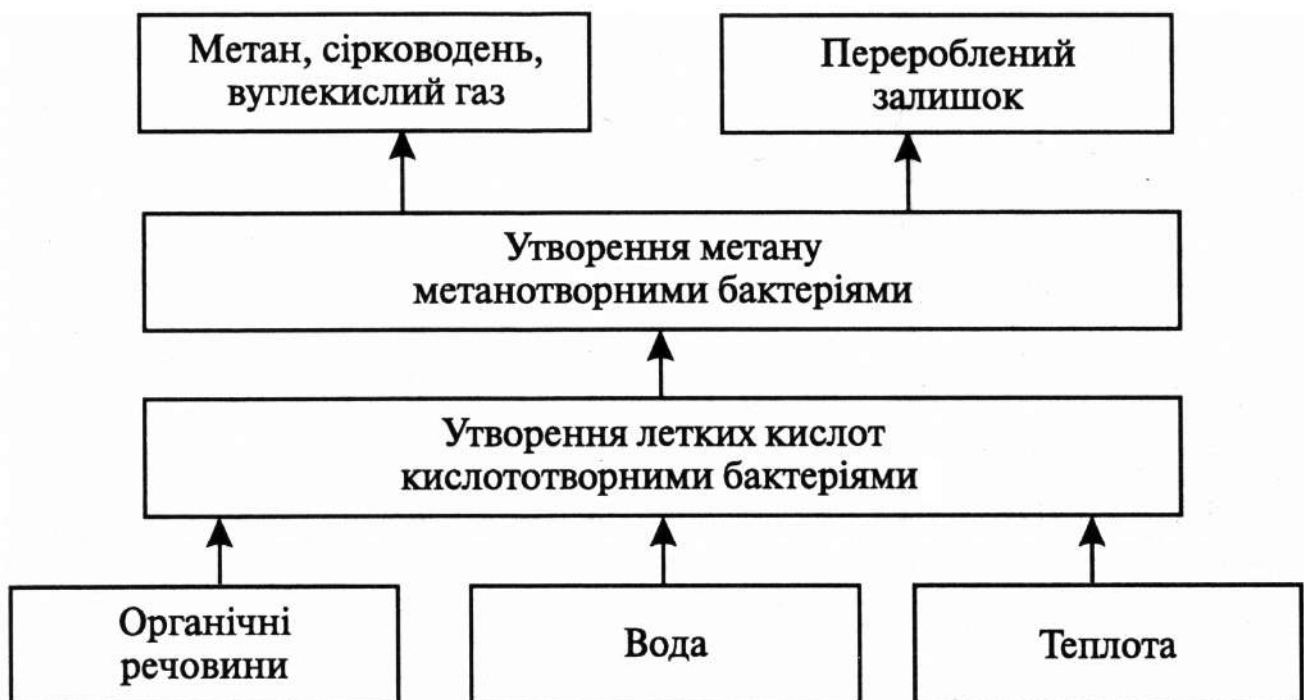


Рисунок 2.5 — Схема одержання біогазу

Одержання біогазу є економічно виправданим при переробленні постійного потоку відходів (стоки тваринницьких ферм, боєнь, рослинних

відходів тощо). Економічність полягає в тому, що немає потреби в попередньому зборі відходів, в організації й управлінні їхньою подачею; при цьому відомо, скільки й коли буде отримано відходів.

Одержувати біогаз можна в установках найрізноманітніших масштабів, особливо це є ефективним на агропромислових комплексах, де існує можливість повного екологічного циклу. Біогаз використовують для освітлення, опалення, приготування їжі, для приведення в дію механізмів, транспорту, електрогенераторів.

В Україні тільки на великих свинарських і птахівницьких підприємствах щорічно утворюється більше 3 млн т органічних відходів за сухою речовиною, переробка яких дозволить одержати близько 1 млн т у.п. у вигляді біогазу, що є еквівалентним 8 млрд кВт·год електроенергії. Крім того, в Україні є близько 2 млн негазифікованих будинків. Досвід країн, не забезпечених природним газом (наприклад КНР), показує, що віддалені сільські місцевості доцільно газифікувати за допомогою малих біоустановок, що працюють на органічних відходах. Так, упровадження 2 млн установок в Україні дозволило б одержати близько 2 млрд м³ біогазу на рік, що є еквівалентним 13 млрд кВт·год енергії, і забезпечило б сімейні садиби органічним добривом у кількості 10 млн тонн на рік.

У зв'язку з необхідністю різкого зменшення шкідливого впливу автотранспорту на навколишнє середовище звернулися до використання в цій сфері біомаси. Тут намітився ряд напрямків заміни екологічно небезпечного бензину на екологічно чисте паливо.

У Бразилії розроблено програму використання **етанолу** як альтернативного палива, що замінює до 22% (за об'ємом) бензину. Етанол отримують у результаті перероблення спеціально вирощуваного очерету. Більше 7% продаваного бензину містить 10% добавки етанолу, й 80% автопарків цієї країни використовують цю добавку. У США також реалізується велика програма заміни бензинового палива етанолом, який отримують шляхом перероблення надлишків кукурудзи й інших зернових культур. Використання спирту як палива отримало підтримку й у деяких європейських країнах, зокрема у Франції й Швеції.

В Україні проблема заміни бензину спиртом вивчається в напрямку вирощування рапсу в районах, заражених радіоактивними елементами, з метою одержання рапсового масла для використання його як палива в дизельних двигунах.

Термохімічна конверсія (піроліз, газифікація, синтез) твердих органічних речовин (дерево, торф, вугілля) у метанол, штучний бензин, деревне вугілля частіше називається **термічною газифікацією**. Вона є процесом нагрівання біомаси в камері з контрольованою подачею повітря. При цьому виділяються легкі гази — 50 - 54% азоту, 20 - 22% оксиду вуглецю, 12 - 15% водню, 9 - 12% двоокису вуглецю, 5 - 9% метану.

Одним з напрямків реалізації конверсійних методів утилізації біомаси є одержання теплової енергії в процесі її біологічної або хімічної переробки.

Спалювання відходів і деревного палива відбувається в спеціальних печах, казанах, а також на багаттях. Паливо для дров'яних печей є досить екологічно чистим, його потенціальна енергія велика. При правильному організаційному підході воно не зменшує ресурсів лісу, оскільки виготовляється з відходів лісопромисловості, повалених дерев, продуктів розчищення. Якщо ж на паливо вирубуються гарні лісові масиви й при цьому не відновлюється лісовий фонд, то природі завдається непоправна шкода. Строк самостійного відновлення лісових порід дерев становить від 25 до 100 років. Деревина, що швидко росте, — тополя, каштан — можуть допомогти вирішити проблему поновлення ресурсів, але не скрізь.

Біомаса, головним чином у формі деревного палива, є основним джерелом енергії приблизно для 2 млрд людей. Для більшості жителів сільських районів «третього світу» вона є єдиним доступним джерелом енергії. Біомаса як джерело енергії відіграє найважливішу роль і в розвинених країнах. У цілому біомаса дає сьому частину світового обсягу використання палива, а за кількістю отриманої енергії займає поряд із природним газом третє місце. З біомаси отримують в чотири рази більше енергії, ніж дає ядерна енергетика.

У країнах Європейського Союзу частка енергії біомаси в 1992 році становила близько 55% від загального виробництва енергії поновлюваних джерел. Найбільш ефективно енергія біомаси використовується в Португалії, Франції, Німеччині, Данії, Італії й Іспанії.

Е. Енергія Світового океану

В океанських хвилях, течіях, припливах і відливах, температурних полях сховані величезні запаси енергії. Проблема полягає лише в тому, як видобути цю енергію й трансформувати її в електрику. Виділяють п'ять основних відновлюваних джерел енергії Світового океану:

- течії;
- хвилі;
- припливи;
- температурний градієнт;
- градієнт солоності.

Припливні електростанції (ПЕС) використовують енергію припливів. Їхньою особливістю є використання відновлюваної енергії припливів, природа яких пов'язана із приливною силою, створюваною під час гравітаційної взаємодії Землі з Місяцем і Сонцем. Для створення ПЕС необхідна наявність великих припливів (більше 3 - 5 м), а також зручні для будівництва й відділення частини акваторії, контур берегової лінії й геологічні умови прибережної території. Припливні станції можна спорудити тільки в 24 місцях світу, тому цей ресурс досить обмежений.

Можливим здається **використання енергії океанських течій** — Гольфстрім в Атлантиці, Куросіо в Тихому океані. Найперспективнішим

джерелом океанської енергії є **енергія градієнта солоності**, тобто енергія, що виділяється під час змішування солоних морських вод із прісними дощовими або річковими водами. Оскільки багато великих міст розташовано в гирлах рік, використання градієнтів солоності як джерела енергії має величезні перспективи.

Теплова енергія океану (температурний градієнт) у майбутньому також може ефективно використовуватися за допомогою термоелектричних генераторів, що працюють на перепадах температур. Різниця температур поверхневих і глибинних вод особливо велика в районах теплих течій і може досягати 20 - 22°C. Робота океанської теплової електростанції (ОТЕС) основана на перемінному використанні шарів води з різною температурою для кип'ятіння й конденсації робочого тіла, наприклад рідкого аміаку або пропанофреону, що у пароподібному стані обертає турбіну. Оскільки процес генерації відбувається в морі, проблемою стає прокладка електричних кабелів, а також необхідність глибокого занурення труби насоса, що подає холодну воду на поверхню. Крім того, виникають проблеми, пов'язані із забезпеченням стійкості агрегата. Доцільним у цьому разі є поєднання виробництва енергії і її споживання за рахунок створення комплексних плавучих хімічних заводів з енергоємними електрохімічними процесами — виробництвом аміаку, алюмінію, водню, кисню, метанолу.

Районів **використання морських хвиль** для електрогенерації на Земній кулі мало, оскільки для забезпечення високої ефективності роботи станції необхідні водночас підвищена хвильова активність і доступність споживачів на суші.

Ж. Енергія інших природних об'єктів

Крім названого вище до нетрадиційної енергетики належать також енергетичні процеси, які використовують як паливо водень або гелій, а також штучне освітлення поверхні Землі за допомогою космічних рефлекторів. Двигун, що працює на водні, має у своїй конструкції спеціальний акумулятор, наповнений пористими речовинами, що поглинають водень. Рідкий водень у таких двигунах заміняє бензин. Після спалювання водню в кисні утворюється вода, тому такий двигун є екологічно чистим. Водень і гелій можуть також використовуватися як робоче тіло двигуна в замкнутому циклі замість газів, що утворюються в результаті згоряння нафтопродуктів. Застосування космічних дзеркал для освітлення Землі відбитим сонячним світлом дозволить продовжити сонячний день на кілька годин, забезпечивши високоякісне освітлення, а також підвищивши врожайність сільськогосподарських культур.

Існують також проекти з використання енергії блискавок, магнітного поля Землі, застосування для виробництва електрики сірководню, але всі вони поки далекі від реалізації в промислових масштабах.

2.6 Енергозбереження в енергогенеруючому секторі економіки

Як було зазначено раніше, для вирішення завдання безперебійного постачання процесів життєдіяльності енергією людина створює спеціальні процеси перетворення запасів енергії, що містяться в різних її джерелах, до виду, доступного для використання в існуючих або розроблюваних технологічних процесах. У той же час ці процеси за принципом організації фактично є такими ж технологічними процесами, що мають, однак, свою специфіку, пов'язану зокрема з підвищеною небезпекою для людини, використовуваних речовин і фізичних процесів. Відповідно, підприємства або їхні структурні підрозділи, що генерують ті або інші види енергії, виділяються в окремий енергогенеруючий сектор. У ланцюжку життєвого циклу ці підприємства знаходяться безпосередньо на стадії генерації енергії. У той же час слід зазначити, що генерація одного виду енергії означає одночасне споживання інших її видів, що є наслідком закону збереження енергії.

Сучасна структура енергетики в Україні не є оптимальною. Середній коефіцієнт корисної дії багатьох конденсаційних електричних станцій становить 34 - 38%. З урахуванням витрат електроенергії на власні потреби (робота насосів, подрібнення вугілля та ін.) ця величина знижується до 30 - 34%. Якщо ж додати ще втрати на трансформацію й передачу електроенергії (6 - 16%), то для окремих віддалених споживачів КЕС працюють із коефіцієнтом корисної дії 22 - 26%. Залишок енергії розсіюється в навколишньому середовищі. Укрупнення виробничих потужностей теплових електростанцій за рахунок концентрації виробництва знижує експлуатаційні витрати і, як наслідок, тарифи на електроенергію. Однак з підвищенням цін на паливо ситуація докорінно змінюється на користь ТЕЦ. При комбінованому способі виробництва електричної й теплової енергії — **когенерації** — на ТЕЦ коефіцієнт корисної дії становить 75 - 85%. Оскільки ці об'єкти, як правило, не передають вироблену ними енергію на великі відстані, то їхній коефіцієнт корисної дії залишається на рівні 74 - 80%, що в 3 - 3,5 раза перевищує значення, отримане для великих КЕС.

Для сучасної електроенергетики традиційне явище — багатокаскадне перетворення енергії. Через необхідність багаторазової передачі й перетворення енергії ефективність сучасної електрогенеруючої системи досить низька. Втрати енергії в циклі пов'язані також з необхідністю виконання допоміжних операцій, зокрема із запуском і зупинкою генераторів, а також з порушенням експлуатаційних вимог — недостатньою теплоізоляцією агрегатів, невірним режимом роботи тощо. Для зниження технологічних утрат необхідно розробити методи використання залишкових обсягів теплової енергії на стадії розігріву й охолодження казанів, а також способи утилізації вторинних енергетичних

ресурсів, у тому числі низькопотенціального тепла, що виділяється в навколишнє середовище.

У сучасній промисловості спосіб генерації енергії оснований на укрупненні генеруючих потужностей. Такий стан справ в Україні склався історично, оскільки мережа енергопостачання була орієнтована на забезпечення безперебійної роботи великих підприємств-споживачів. Сьогодні очевидно є необхідність відмови від будівництва великих електростанцій великої потужності, збільшення кількості ТЕЦ, а також розвиток децентралізованого тепlopостачання. Для реалізації цього напрямку необхідна модернізація (реконструкція) невеликих ТЕС і ТЕЦ там, де це можливо, у тому числі в енергоємних технологічних процесах різних підприємств, наприклад, у металургії, хімічній промисловості, виробництві будівельних матеріалів та ін.

Переваги комунальної й децентралізованої енергетики полягають ще й у тому, що на будівництво енергооб'єктів потрібні менші витрати. Однак повна децентралізація систем енергопостачання також є недоцільною, оскільки такий підхід не дозволяє утилізувати високопотенціальні теплові вторинні енергоресурси.

В електрогенеруючому секторі енергозбереження досягається насамперед раціоналізацією енергетичного процесу. Раціональне виробництво означає орієнтацію енергогенеруючих компаній на споживача їхньої продукції — електричної енергії. Головним напрямком зберігання енергії є побудова раціональних мереж електроенергії, що дозволяють накопичувати надлишки й перерозподіляти їх за необхідності між різними ділянками мережі, різними часами доби та ін. Технічні засоби, що реалізують описаний метод зберігання електроенергії при її виробництві, мають назву енергоколекторів і накопичують у собі енергію. Як окремий метод енергозбереження при розподілі енергії використовують зміну параметрів переданої енергії, наприклад підвищення напруги, частоти.

Процес генерації теплової енергії за принципом дії аналогічний тепловому способу генерації електроенергії. Застосовувані методи зберігання енергії такі:

– раціональне проектування теплообмінників, інтеграція процесів передачі енергії;

- урахування кліматичних і погодних умов;
- урахування потреб споживача;
- пошук альтернативних споживачів тепла;
- створення теплових колекторів;
- теплоізоляція мереж.

Головний підхід до стимулювання масштабного впровадження енергозбереження в енергогенеруючій сфері організаційно-економічний. Він полягає в нівелюванні умов, за яких кінцевий споживач платить за всі недоліки в секторах виробництва й передачі енергії. У цьому випадку підприємства, що виготовляють і передають енергію кінцевому

споживачеві, одержують реальний стимул до зниження невиробничих утрат.

Як уже було зазначено, можна виділити два напрямки формування енергозберігаючої структури енергогенеруючого сектора.

1. Концентрація енергогенеруючих потужностей і централізація енергопостачання. Перевагою цього методу є підвищення коефіцієнта корисної дії процесу генерації за рахунок зменшення частки втрат, пов'язаних з допоміжними процесами. Крім того, з'являється можливість вузлового енергопостачання великих енергоємних промислових споживачів.

У той же час такий метод потребує створення великих розгалужених мереж передачі енергії від підприємств-виробників енергії до споживачів. Отже, недоліком такого методу стає підвищення втрат при розподілі енергії у великих мережах. Крім того, режим роботи великих підприємств енергогенерації істотно залежить від режиму роботи великих підприємств-споживачів.

2. Розукрупнення джерел енергії й перехід до вузькоспрямованої вузькомережної генерації. При цьому істотно знижуються втрати в мережах передачі енергії і з'являється можливість гнучкого керування процесом генерації. У той же час виявляються такі недоліки:

- неможливість забезпечити енергією великі промислові процеси;
- підвищення частки втрат і зниження значення ККД генерації.

Окремо слід розглянути проблему, що виникає при відключенні досить великої кількості споживачів одночасно, — внаслідок аварії розподільної мережі, спричиненої природними або техногенними факторами. Суть її полягає в надвиробництві енергії й пов'язаних із цим втратах енергоресурсів і виробленої енергії. Для запобігання зазначених утрат у конструкцію енергогенеруючих агрегатів включають системи автоматизованого управління виробництвом енергії, які дозволяють підвищувати й знижувати його величину в досить широких межах. Також однією з функцій цієї системи є аварійне відключення установки у разі перевантаження, що може призвести вже до аварії самої станції. Наслідки такої аварії можуть бути досить серйозними як для здоров'я й життя людей, так і для навколишнього середовища.

2.7 Енергоресурси і їх збереження

До кінця ХХ сторіччя головними видами енергетичних ресурсів в Україні стали вугілля і ядерне паливо, а основним виробником енергії — атомні станції. Їхня частка в загальному обсязі виробництва енергії буде й далі зростати, аналогічна тенденція характерна для багатьох промислових країн (Франція, Японія, США).

Широкого розповсюдження одержали паливно-енергетичні ресурси, що пов'язано із простотою їхнього зберігання й транспортування, а також з

високим рівнем розвитку технології вивільнення запасеної хімічної енергії палива з перетворенням її на теплову. У той же час виробництво енергії в Україні істотно залежить від імпорту енергоресурсів. Частка власних паливно-енергетичних ресурсів в енергетичному балансі країни становить близько 50%: забезпеченість власним вугіллям оцінюється на рівні 92%, нафтою — 18%, природним газом — 22%. Ядерне паливо повністю імпортується з Росії.

У той же час існуючі процеси генерації енергії шляхом спалювання палива характеризуються високим ступенем екологічної небезпеки, пов'язаної, з одного боку, зі швидким виснаженням запасів речовин, які використовуються як паливо, — нафти, газу, вугілля. З іншого боку, спалювання цих речовин, що із хімічної точки зору є вуглеводневими сполуками, призводить до підвищення рівня вуглекислого газу в атмосфері Землі з наступним розвитком парникового ефекту. Далі при згорянні нафти, газу й вугілля у повітря виділяється досить велика кількість шкідливих речовин (оксиди сірки, вуглецю — вугарний газ та ін.). І, нарешті, побічним ефектом проведення процесів перетворення хімічної енергії на теплову є підвищене виділення в атмосферу тепла. Все перелічене вище завдає шкідливого впливу на екосистему як безпосередньо регіону, у якому розташоване підприємство (за рахунок забруднення води, ґрунту, повітря й виснаження запасів природних копалин), так і на екосистему планети в цілому. При інтенсивному виділенні вуглекислого газу й тепла в атмосферу змінюються газовий склад і система повітряних течій, що в остаточному підсумку може призвести (і призводить) до глобальних кліматичних змін.

2.7.1 Паливні енергоресурси, екологічні проблеми їх використання

Паливом називається горюча речовина, яку економічно доцільно спалювати для одержання великих кількостей теплоти. Протягом ХХ сторіччя основним джерелом тепла залишалися горючі речовини органічного походження — органічне викопне паливо, хоча при цьому істотно зросли обсяги використання ядерного палива. Величезний енергетичний ресурс, що складають усі види викопного органічного палива, поділяють на три основні категорії:

– **потенційні запаси викопного палива**, які на сучасному етапі розвитку науки й техніки неможливо, або економічно недоцільно видобувати;

– **доступні запаси**, які можливо, але економічно не завжди доцільно добувати;

– **економічні запаси**, видобуток яких економічно виправданий й доцільний на сучасному етапі розвитку науки й техніки.

Найбільшу цікавість викликають нафта й газ, запаси яких обмежені. Одночасно їхній видобуток і перероблення найбільш економічно вигідні й

доцільні з погляду використання робочої сили й охорони навколишнього середовища. Залежно від характеру використання паливо може бути енергетичним, технологічним і побутовим.

Органічне паливо являє собою продукти розкладання органічної маси рослин, що відрізняються своїм хімічним віком. Власне паливними компонентами в органічному паливі є вуглець, водень і сірка. Головна складова — вуглець: чим вище його вміст, тим більше теплоти виділяється під час горіння. Зі збільшенням віку палива вміст вуглецю зростає, а водню — зменшується. Основними видами палива, яке використовується в енергетиці, є:

- тверде паливо — вугілля й торф (вміст вуглецю — 25 - 93%, водню — 2 - 5%, сірки — 0 - 9%);

- рідке — мазут (вуглець — 83 - 88%, водень — 10 - 15%, сірка — 0,5 - 4%);

- газоподібне — природний газ.

Залежно від початкового складу палива продукти згоряння містять різні шкідливі речовини. Забруднення атмосфери дрібними твердими частинками золи пов'язане, головним чином, з використанням як палива заздалегідь подрібненого вугілля. Під час спалювання рідкого палива (мазуту) в атмосферу попадають оксиди сірки й азоту, газоподібні й тверді продукти неповного згоряння палива, сполуки ванадію. Під час спалювання природного газу в атмосферу також попадають оксиди азоту, однак їх утворюється набагато менше. Це пояснюється не тільки властивостями самого палива, але й особливостями процесів згоряння. Очевидно, що природний газ зараз — найчистіший вид енергетичного палива.

У малій енергетиці джерела теплової енергії найбільше споживають первинні паливно-енергетичні й трудові ресурси, забруднюють навколишнє середовище, створюють вагоме екологічне навантаження на міста й населені пункти.

2.7.2 Вторинні енергоресурси

Як уже було сказано, **вторинні енергетичні ресурси** — енергетичний потенціал продукції, побічних і проміжних продуктів, що утворюються в технологічних агрегатах (установках) і втрачаються в самому агрегаті, однак є доступними для використання при енергопостачанні інших споживачів. Раціональне використання вторинних енергоресурсів — один з найбільших резервів економії палива. Їх можна використовувати безпосередньо без зміни виду енергоносія (для задоволення потреби в тепловій енергії або паливі) або ж зі зміною виду енергоносія шляхом виробництва теплової і електроенергії, холоду або механічною роботою в утилізаційних установках.

Підприємства важкого, енергетичного й транспортного машинобудування України мають величезний запас вторинних енергетичних ресурсів у вигляді фізичної теплоти димових газів мартенівських, нагрівальних і термічних печей, вагранок, теплоти випарного охолодження печей, теплоти відпрацьованої пари пресів і молотів і т.д. Мають резерви вторинних енергоресурсів й інші галузі народного господарства. Принципову схему використання вторинних енергоресурсів показано на рис. 2.6. Вона ілюструє окремі потоки й перетинання, за якими визначають їхні кількісні показники.

Отже, використання вторинних енергетичних ресурсів, що неминуче утворюються під час різних технологічних процесів, є одним з істотних резервів енергозбереження.

Вихід вторинних енергоресурсів залежить від цілого ряду факторів, у тому числі параметрів процесу, його режиму, конструкції технологічного устаткування та ін. На практиці ведеться постійна боротьба із втратами, використовуються різноманітні способи їхнього скорочення, включаючи організаційно-технічні, пов'язані з налагодженням технологічних процесів і режимів роботи агрегатів, удосконалюванням ізоляції технологічного устаткування, трубопроводів гарячої води, водяної пари та ін.

Один зі способів знизити втрати — використовувати можливість повернення частини втрат енергії безпосередньо в той процес, де вони утворюються. Цей спосіб одержав назву **рекуперації енергії**. Після цього залишаються тільки втрати, яких за цією технологією неможливо зменшити або уникнути при існуючому рівні техніки. Саме цю частину втрат і прийнято називати **вторинними енергоресурсами**. Їх поділяють на три групи:

1) **Паливні вторинні енергоресурси** — відходи технологічних процесів, що містять хімічно зв'язану енергію. Вони непридатні для наступної технологічної обробки й можуть бути використані як котельно-грубне паливо. Це доцільно з економічної точки зору, оскільки витрати на організацію спалювання становлять лише 10 - 20% витрат на видобуток і транспортування первинного палива. Крім того, під час їхнього спалювання відбувається знешкодження речовин, що викидаються в атмосферу, звільнення їх від токсичних і канцерогенних компонентів.

2) **Вторинні енергоресурси підвищеного тиску** — потенціальна енергія газів, що виходять із технологічних агрегатів з надлишковим тиском, який необхідно знижувати перед наступним використанням або скиданням в атмосферу. Великі резерви потенціальної енергії підвищеного тиску мають зокрема газорозширювальні станції природного газу, що здійснюють його дроселювання перед подачею в розподільну мережу.

3) **Теплові вторинні енергоресурси** — це ентальпія газів технологічних агрегатів, основної, побічної або проміжної продукції й відходів виробництва, теплота робочих тіл системи охолодження технологічних агрегатів і установок, ентальпія гарячої води й пари,

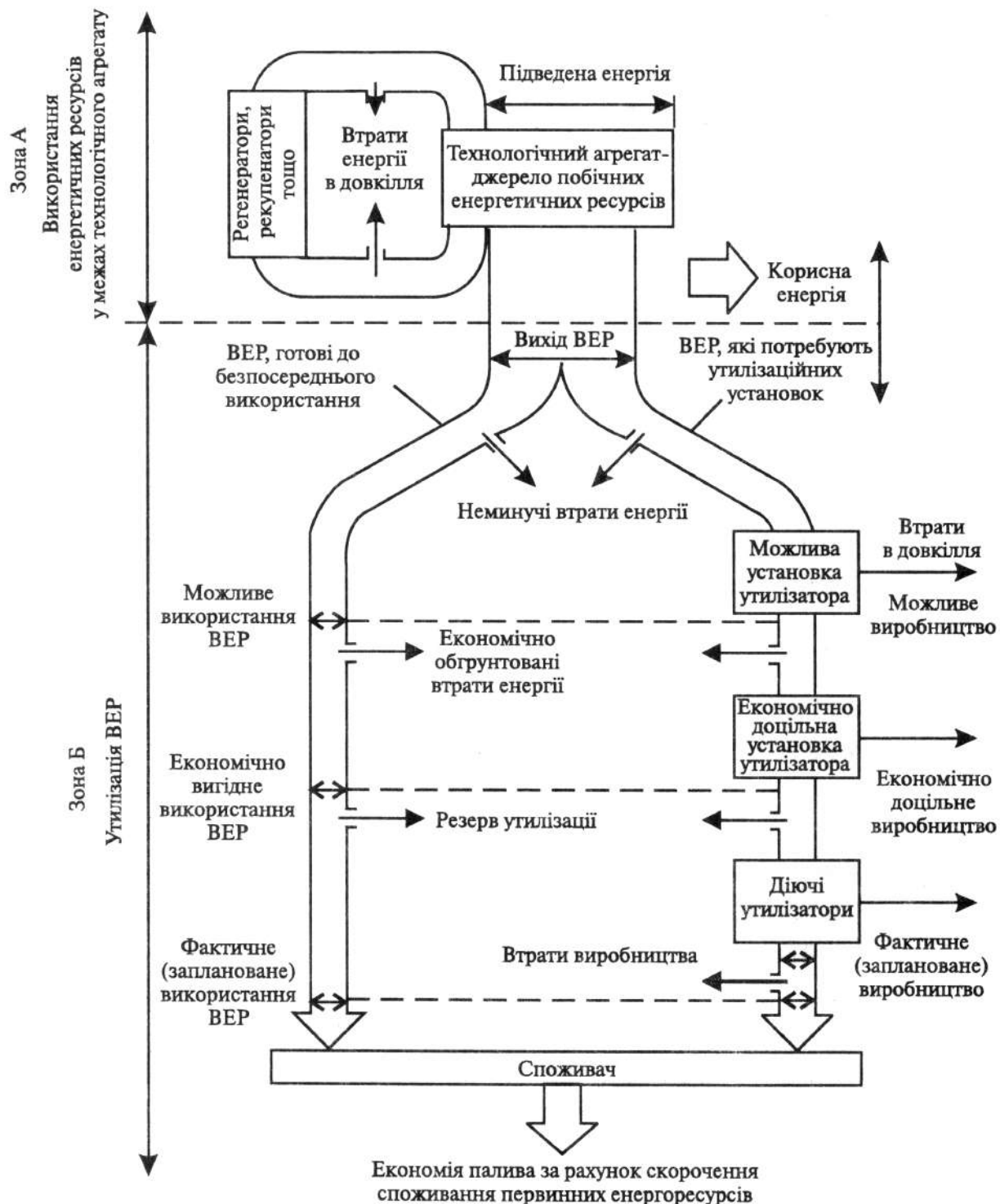


Рисунок 2.6 — Принципова схема використання вторинних енергетичних ресурсів

відпрацьованих у технологічних установках. До них також належать водяна пара й гаряча вода, що виникають побічно в технологічних установках. Цей вид ресурсів використовується в утилізаційних установках або безпосередньо споживачем для забезпечення потреб у тепловій

енергії, а також для виробітку електроенергії в газовому й паровому конденсаційному турбоагрегатах.

Найбільші труднощі виникають за необхідності утилізації низькопотенціальної теплоти.

Носіями низькопотенціальної теплоти зазвичай є корозійно-активні, забруднені, запилені рідини й гази. Отже необхідним є створення спеціальних утилізаційних установок, пов'язане у свою чергу з додатковими витратами, значно більшими за ті, що необхідні для організації утилізації високопотенціальних вторинних енергоресурсів. Одним з найперспективніших варіантів вирішення поставленої проблеми є створення теплових насосів.

2.7.3 Когенерація

Одна з найгостріших проблем української економіки — висока енергоємність виробництва. За цим показником Україна є одним зі світових «лідерів». З урахуванням явно недостатнього власного виробництва енергоносіїв і залежності від зовнішніх поставок підвищення енергетичної ефективності стає в найближчий період ключовим завданням. Важливі резерви економії первинних енергоносіїв зосереджені в енергетичній області — на стадії виробництва електричної й теплової енергії. Комбіноване виготовлення електроенергії й тепла — **когенерація** — є перспективною, перевіреною на практиці технологією, що дозволяє вирішити це завдання. Когенерація проводиться за рахунок спалювання палива й за типом джерела енергії належить до теплового способу електрогенерації.

Скидний енергопотенціал — це вторинні енергоресурси, що утворюються з енерговтрат в інших технологічних процесах.

Когенераційна установка — це комплекс устаткування для комбінованого виробництва електричної й теплової енергії або для перетворення скидного енергопотенціалу технологічного процесу в електро- або теплову енергію.

При комбінованому виробництві низькопотенціальна теплова енергія використовується для постачання споживачів теплом. Таким чином, з тієї самої кількості первинного палива виробляється більший обсяг корисної продукції — електроенергії й тепла. Ефективність використання палива на теплоелектроцентралях (ТЕЦ) у сучасних установках досягає 95%.

В Україні в режимі комбінованого виробництва традиційно виробляється близько 10% всієї енергії. Експлуатуються такі великі ТЕЦ, як Київська ТЕЦ-5 потужністю 700 МВт, Київська ТЕЦ-6 потужністю 500 МВт, Харківська ТЕЦ-5 потужністю 470 МВт, а також велика кількість дрібніших ТЕЦ. Подальше збільшення одиничної потужності ТЕЦ обмежується наявністю споживачів теплової енергії. Віддаленим споживачам виявляється не вигідним поставляти тепло через значні втрати

при транспортуванні. Таким чином, при спорудженні ТЕЦ важко повною мірою використовувати ефект масштабу виробництва.

Незважаючи на значний прогрес у розвитку ТЕЦ в Україні, централізоване тепlopостачання великої кількості споживачів усе ще здійснюється не від ТЕЦ, а від котелень. Цим і пояснюється низька порівняно з іншими країнами частка ТЕЦ (23%) у покритті теплових навантажень.

Іншим важливим фактором є високий відсоток споживачів, охоплених централізованим тепlopостачанням (64%). Це пояснюється тим, що, на відміну від країн Західної Європи, значна частина українських побутових споживачів теплової енергії сконцентрована у великих «спальних» районах, у багатоквартирних будинках. Ці споживачі звикли використовувати централізоване опалення. Таким чином, значних зусиль і капіталовкладень для збереження споживання на перспективу не потрібно — висока концентрація споживачів знижує витрати на транспортування тепла й підвищує рентабельність централізованого тепlopостачання. Традиційно значні обсяги теплової енергії споживаються промисловими підприємствами.

За винятком уже названих нових ТЕЦ Києва й Харкова, більшість українських ТЕЦ відпрацювали багато десятків років. За цей час істотно змінилися не тільки технології виробництва, а й попит на теплову енергію в регіонах їхнього розміщення. Основне устаткування фізично й морально застаріло, потрібна його глибока модернізація або повна заміна. Усі ТЕЦ України, включаючи найновітніші, оснащено традиційними паровими казанами смолоскипового типу, які працюють, як правило, на газі й мазуті, і паровими турбінами з теплофікаційними й промисловими відборами. Так, наприклад, на Одеській ТЕЦ-1, що є єдиним безальтернативним джерелом тепlopостачання значної частини міста, не тільки не можуть покрити попит на теплову енергію, але й постійно існує небезпека відключення тепла споживачам унаслідок значного перевантаження устаткування.

Для збереження досягнутих показників у комбінованому виробництві електричної й теплової енергії й, тим більше, для нарощування виробництва необхідним є будівництво нових об'єктів і глибока модернізація існуючих із застосуванням передових технологій.

Разом з тим можливості зміни режиму роботи ТЕЦ істотно обмежені. Їхнє електричне навантаження залежить від теплового навантаження, тобто, для того щоб підвищити виробництво електроенергії, від станції, як правило, необхідно відключити споживачів тепла, що неприпустимо. Крім того, тепла енергія потрібна споживачам тільки протягом холодної пори року. У теплий період, при виробництві винятково електроенергії, ТЕЦ виявляються менш ефективними порівняно із традиційними станціями.

Роздрібні постачальники газу стимулюють установаження побутовими споживачами індивідуальних опалювальних систем, відбираючи тим

самим ринок у ТЕЦ. Справа в тому, що транспортування теплової енергії пов'язане зі значними втратами, тобто витрати на її транспортування в деяких випадках можуть дорівнювати витратам на виробництво палива. При цьому вартість індивідуального опалення газом споживачів, віддалених від ТЕЦ, може виявитися нижчою. Одночасно виявляється тенденція, пов'язана зі скороченням споживання теплової енергії.

Тривалий час основним паливом для ТЕЦ, які будувалися в густонаселених районах, залишався природний газ. Нині активно розвиваються екологічно чисті технології, які дозволяють використовувати на ТЕЦ як паливо вугілля, а також відходи (біомасу), що забезпечує комплексне вирішення енергетичних і екологічних проблем. Усе більших масштабів набуває будівництво міні-ТЕЦ, де, разом з газовими турбінами, широко використовуються великі дизельні двигуни, що працюють на газі. Використання міні-ТЕЦ у комплексі з великими станціями дозволяє оптимізувати систему теплопостачання й значно знизити втрати тепла при транспортуванні. Як уже зазначалось, велика частка українських споживачів одержує теплову енергію від котелень. За цих умов перспективним є модернізація існуючих котелень зі створенням на їхній базі малих ТЕЦ.

У більшості країн Західної Європи комбіноване виготовлення, разом з використанням нетрадиційних джерел енергії, є одним із пріоритетних напрямків розвитку енергетики. У Німеччині підприємствам, які займаються комбінованим виробництвом електроенергії й тепла, надаються податкові пільги. В Україні впровадження комбінованого виготовлення енергії й тепла сприятиме зниженню споживання первинних енергоносіїв і мінімізації шкідливого впливу промисловості на навколишнє середовище.

2.7.4 Теплові насоси

Низькотемпературне тепло займає важливе місце в паливно-енергетичному балансі країни. Воно використовується головним чином на комунально-побутові потреби промислових підприємств, житлового сектору й комунальної сфери. На опалення й гаряче водопостачання витрачається близько 30% палива, при цьому більше 45% споживання тепла покривається за рахунок ТЕЦ і великих котелень, експлуатація яких пов'язана з істотним негативним впливом на екологію.

У промисловості досягнуто певні успіхи в утилізації високотемпературних вторинних енергетичних ресурсів, однак практично не реалізовано утилізацію низькопотенціальної теплоти. У той же час такі джерела енергії становлять більше 50% загального обсягу ресурсів тепла. «Теплові ріки» охолоджувальної води, скидні теплові стоки підприємств, теплові відходи виробництв агропромислового комплексу, що містять тисячі мегават енергії, викидаються в навколишнє середовище,

погіршуючи і так несприятливу екологічну обстановку в містах і промислових центрах.

Головним фактором, що стримує утилізацію скидної теплоти, є її порівняно низький температурний потенціал. З цієї ж причини не використовуються необмежені джерела теплоти, розсіяні в землі, ґрунтових водах і водах промислових водойм, в атмосферному повітрі. У світлі всього вищесказаного особливу увагу привертають теплові насоси — установки, що підвищують потенціал тепла до необхідного рівня за рахунок використання невеликої кількості електроенергії.

Можливість використання в теплових насосах енергії навколишнього середовища відкриває нові можливості енергозбереження в житловому будівництві. У той же час перетворення потенціальної енергії пов'язане з витратами електричної енергії й досить високою вартістю устаткування.

На рис. 2.7 показано схеми потоків енергії в системах котельного і теплонасосного опалення. Як можна бачити, споживання первинних паливно-енергетичних ресурсів при використанні теплонасосної схеми скорочується в 1,4 раза.

Великі теплонасосні установки і теплонасосні станції дозволяють вирішити проблеми економії палива й енергії, замінення органічного палива ядерною енергією, прискорення електрифікації й підвищення ефективності теплопостачання промислових підприємств і комунально-побутової сфери. За умови впровадження теплонасосних установок в системі можна досягти економії 20 - 70%.

У промисловості й побутовій сфері як джерело тепла для теплових насосів можуть використовуватися такі види вторинних енергетичних ресурсів:

- теплота охолодної води парових турбін ТЕС і АЕС, промислових печей, компресорних установок, апаратів хімічної технології. Найчастіше ця вода використовується повторно й направляється на охолодження в градирні й апарати повітряного охолодження;

- теплота стічних вод різних промислових і комунальних підприємств (лазні, пральні, басейни);

- теплота продуктів згоряння в котельних установках і промислових печах, а також у печах для спалювання твердих і рідких відходів;

- теплота продуктів згоряння в газотурбінних установках і дизельних двигунах;

- теплота водяної пари низького тиску, що скидається в атмосферу при випарюванні;

- теплота відпрацьованого сушильного агента в сушильних установках;

- теплота гарячих розчинів у випарних і ректифікаційних установках;

- теплота змащення, що використовується в турбінах електростанцій і електричних трансформаторах;

- теплота повітря, що йде від систем вентиляції й кондиціонування повітря житлових, суспільних і промислових будівель;

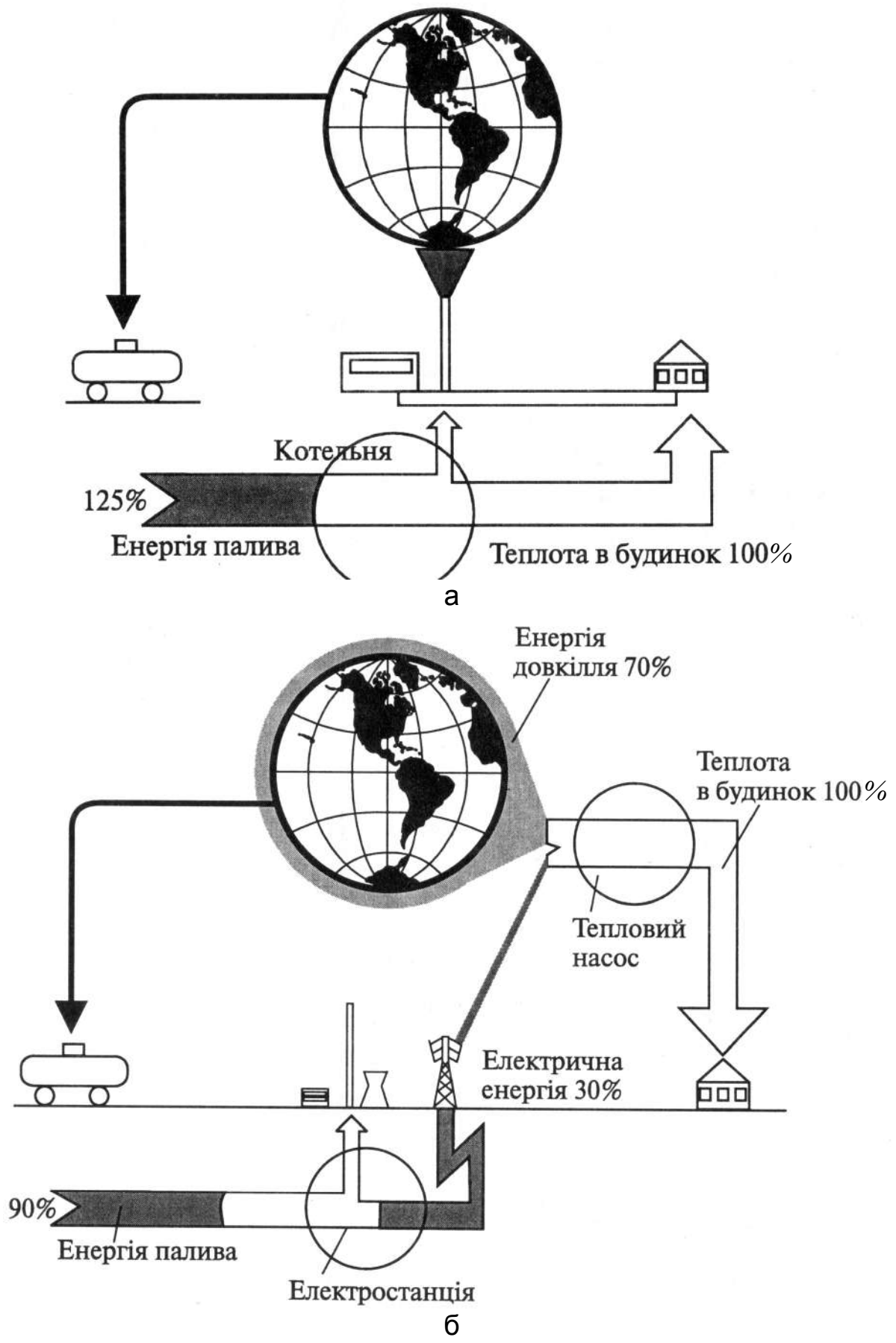


Рисунок 2.7 — Схема потоків енергії при котельному (а) і теплонасосному (б) опаленні

– теплота витяжного повітря станцій метрополітену й повітря каналів метро.

Низькотемпературне тепло вторинних енергетичних ресурсів можна також використовувати безпосередньо в теплообмінниках для підігріву вентиляційного приточного повітря, попереднього підігріву повітря, що йде в топкові пристрої тощо, однак далеко не завжди це можливо здійснити на практиці. Після підвищення потенціалу теплоти в теплових насосах сфера його застосування розширюється — вона може використовуватися для гарячого опалення й водопостачання, підігріву технологічних газів і рідин в апаратах хімічної технології, випарних, перегінних і ректифікаційних установках, у процесах варіння та ін.

Серед недоліків теплових насосів слід зазначити нестабільність у часі джерел вторинних енергоресурсів, їх низьку теплопродуктивність, підвищений шум від компресорів, застосування фреонів як робоче тіло, а також високу вартість устаткування. Однак в умовах стрімкого зростання цін на органічне паливо значення останнього фактора нівелюється.

2.8 Енергозбереження на підприємствах системи енергопостачання

Для формування структури енергопостачання й енергоспоживання істотною є характеристика споживачів енергії, а також енергоспоживаючих процесів. Споживачами енергії є житлові будинки, підприємства й організації комунально-побутового обслуговування, господарства й підприємства громадського харчування, зв'язку, освітні, наукові, медичні, культурні, спортивні установи та ін. Споживання енергії залежно від цільового призначення розподіляється на такі групи:

- теплові процеси (високо-, середньо- і низькотемпературні);
- силові процеси;
- освітлення й використання енергії для культурно-побутових потреб.

Це, а також стабільний розвиток енергетики в напрямку централізації енергопостачання й концентрації виробничих потужностей визначили наявність двох функціонально самостійних систем енергопостачання — електропостачання й теплопостачання. Формування єдиної енергетичної системи на базі міських і районних електростанцій є базисом для створення мереж енергопостачання. Перевагою реалізації мережних схем транспортування й розподілу енергії є, насамперед, можливість зниження утрат внаслідок надвиробництва енергії через нерівномірність потреб в енергії в різний час доби, сезони року та ін. Найбільш раціональним є перехід від мережі із прямими зв'язками «виробник — споживач», характерними для звичайного промислового виробництва, до варіанта централізованого енергопостачання «виробник — розподільна система — споживач» з формуванням регіональних диспетчерських пунктів, що управляють потоками енергії в масштабах регіону (рис. 2.8).

Підприємства системи формують мережу енергопостачання й використовують енергію для забезпечення процесу передачі й розподілу енергії. Частка споживання ними енергії в загальному обсязі мала, однак у той же час можливості її зменшення досить великі. Вартість цієї енергії включається в собівартість енергії, яку одержує кінцевий споживач.

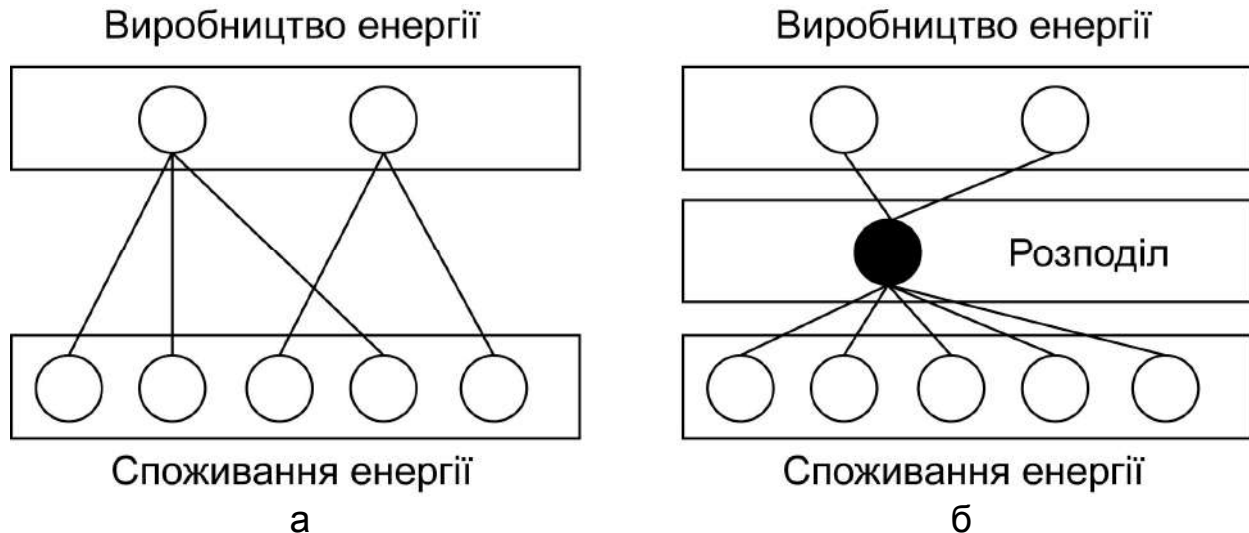


Рисунок 2.8 — Варіанти організації мереж передачі енергії прямо (а) і через розподільну систему (б) — мережу

Увесь комплекс утрат енергії при передачі її від виробника кінцевому споживачеві можна розділити на дві групи:

1. **Технічні втрати**, обумовлені недосконалістю передавальних пристроїв і устаткування. Цей вид утрат може бути знижений тільки після всебічного аналізу особливостей системи енергопостачання, включаючи конструктивні й технологічні параметри основного й допоміжного устаткування. Істотний вплив на величину втрат енергії в технологічному процесі передачі й розподілу енергії відіграє природа використовуваного енергоносія, тому їхній розгляд доцільно продовжити окремо для кожного з двох варіантів енергопостачання.

2. **Організаційні втрати**, обумовлені нераціональною організацією процесу розподілу. Нівелювання цих утрат можливе за допомогою введення в систему диспетчерських служб і додаткового розподілу обороту, а також концентрації енергії в системах теплового й електричного акумулювання

Акумулювання енергії (теплове або електричне) — це фізичні або хімічні процеси, за допомогою яких відбувається накопичення енергії в тепловому (електричному) акумуляторі енергії. Тепловий акумулятор складається з теплоізольованого резервуара для зберігання акумулюючого середовища (робочого тіла), а також пристроїв для зарядки й розрядки й допоміжного устаткування; в електричному акумуляторі резервуар, що акумулює, обладнано електричною ізоляцією.

Завдання акумулятора енергії — створити її запас у період надлишкового виробництва — наприклад, потреби в теплі в нічний час вище, ніж у денний, а отже, має сенс у період зниження споживання енергії накопичити її для наступного використання в період підвищеної потреби в ній. Упровадження акумулявання дозволяє знизити розрахункову потужність і стабілізувати режим роботи енергогенеруючого устаткування, за рахунок чого досягається додаткова економія енергоресурсів на стадії генерації.

2.8.1 Електропостачання

Загальноприйнятими рішеннями, що застосовуються повсюдно для зниження втрат при передачі електроенергії від джерела до споживача, є підвищення значення робочої напруги в мережі ліній електропередач. При цьому знижуються втрати, пов'язані з розсіюванням реактивної складової потужності, виникнення якої пов'язане з наявністю індуктивного і ємнісного опорів елементів мережі, що працює при змінному струмі.

При розрахунку технічних утрат електроенергії в електричних мережах традиційно враховуються навантажувальні втрати й втрати холостого ходу в лініях і трансформаторах, а також утрати на корону. У той же час у мережах експлуатується багато іншого устаткування, сумарні втрати в якому становлять досить істотну величину, а саме:

- лінійна арматура повітряних ліній, призначена для кріплення проводів — підтримуючі затискачі (човники), гасителі вібрації (на лініях 110 - 220 кВ), дистанційні розпірки між проводами розгалуженої фази (на лініях 330 - 750 кВ);

- ізолятори повітряних ліній за рахунок утрат від струмів витоку;

- високочастотні загороджувачі й пристрої приєднання високочастотного зв'язку;

- вентиляльні розрядники й обмежувачі перенапруг;

- вимірювальні трансформатори струму й напруги;

- електричні лічильники;

- кабельні лінії в частині діелектричних утрат в ізоляції;

- токообмежуючі реактори;

- сполучні провoda й збірні шини розподільних пристроїв підстанцій.

Аналіз фізичних процесів, що відбуваються в кожному з виділених елементів при проходженні змінного струму мережею електропередачі, дозволяє визначити перелік технічних рішень, що дають у комплексі істотне зниження обсягів енергії, що розсіюється в навколишнє середовище. В остаточному підсумку втрати енергії виділяються в атмосферу у вигляді низькопотенціального тепла, що потім може бути утилізоване в установках утилізації вторинних енергоресурсів, наприклад за допомогою теплового насоса.

Відособленим організаційно-технічним методом збереження електричної енергії в системі енергопостачання є **метод систематичного (віялового) відключення споживачів**. Він застосовується при нестачі обсягів генерованої енергії в системі, а також якщо споживач не в змозі оплатити весь обсяг споживаної енергії або ж при неповному завантаженні виробничих потужностей. Однак при розрахунку реальної економії від відключення необхідно враховувати витрату енергії на холосте відключення й включення встаткування, при цьому слід розрізняти три групи споживачів енергії:

1. Споживачі, що заздалегідь підвищують споживання перед відключенням для накопичення (акумуляування) енергії для власних потреб або для створення запасу виробленої продукції на період відключення.

2. Споживачі, що підвищують споживання після відключення з метою компенсації виробничих утрат внаслідок недовиробітку продукції в період простою. Також у цю групу будуть включені споживачі, що застосовують устаткування з підвищеним енергоспоживанням на етапі його запуску.

3. Споживачі з незмінним споживанням енергії.

Окремо слід розглядати об'єкти, що мають стратегічну важливість у системі забезпечення безпеки життєдіяльності, у тому числі: медичні й освітні установи (у першу чергу, дитячі), а також швидка медична допомога; організації з попередження й ліквідації наслідків різних небезпек — служба порятунку, міліція; диспетчерські служби транспорту; диспетчерські служби систем енергопостачання; системи телефонного й радіозв'язку; об'єкти високого рівня небезпеки — склади вибухових, токсичних і радіоактивних речовин, хімічні й біологічні лабораторії та ін. Стабілізація режиму енергопостачання цих об'єктів є пріоритетним завданням при побудові системи енергопостачання, графік віялових відключень має враховувати наявність таких об'єктів у системі.

На закінчення розглянемо варіант виникнення технічних неполадок у системі з порушенням енергопостачання (у разі природних катаклізмів, техногенних аварій). У цьому випадку втрати безпосередньо в ушкодженій ділянці мережі виключаються, оскільки за природою електричного струму в розірваному ланцюзі він повністю відсутній. У той же час у мережі, що залишилася, виникають певні проблеми, що потребують свого вирішення. Внаслідок реактивності ланцюга змінного струму в сусідніх з ушкодженою ділянках мережі стрибкоподібно підвищуються напруга й споживана потужність, що може призвести до повного виходу з ладу всієї системи внаслідок перевантаження. Рішенням цієї проблеми є включення в мережу запобіжного устаткування, що автоматично відключає електропостачання у випадку аварії, а також оптимізація диспетчерської служби, що дозволяє збалансувати стрибок споживаної потужності, згладивши його наслідки, звівши їх до мінімуму.

2.8.2 Теплопостачання

Теплове споживання — це використання теплової енергії для різноманітних комунально-побутових і виробничих цілей (опалення, вентиляція, кондиціювання повітря, душі, лазні, пральні, різні технологічні установки та ін.). Діяльність житлово-комунального господарства супроводжується досить великими втратами ресурсів як споживаних самими комунальниками, так і наданих споживачам. Тарифи, як правило, формуються за фактичною собівартістю, при цьому всі непродуктивні витрати, пов'язані з процесом виробництва послуг, а також з витратою тепла під час його транспортування, перекладають на споживача.

При проектуванні й експлуатації систем теплопостачання необхідно враховувати вид теплоносія (вода або пара), параметри теплоносія (температура й тиск), максимальну годинну витрату тепла, графік споживання тепла протягом доби і його річну витрату, а також характер використання теплоносія у споживачів.

Споживачі тепла ставлять до системи теплопостачання різні вимоги. Незважаючи на це, теплопостачання має бути надійним, економічним і якісно задовольняти всіх споживачів тепла. Споживачів тепла можна розділити на дві групи:

- 1) сезонні споживачі тепла — опалення; вентиляція (з підігрівом повітря в калориферах); кондиціювання повітря (одержання повітря певної якості: чистота, температура й вологість).
- 2) цілорічні споживачі тепла використовують тепло протягом усього року. До цієї групи належать технологічні споживачі тепла; гаряче водопостачання комунально-побутових споживачів.

Місцеві системи теплопостачання застосовуються тільки в цивільних будинках невеликого об'єму або в невеликих допоміжних будинках на промислових площадках, віддалених від основних виробничих корпусів. У цих випадках одержання тепла й передача його повітря приміщень об'єднано в одному пристрої й розташовано в опалювальних приміщеннях. Такі системи є більш економічними щодо передачі енергії порівняно з **централізованими системами теплопостачання**, коли тепло подається від одного джерела для багатьох приміщень або будинків.

Схеми приєднань систем опалення й вентиляції до теплових мереж можуть бути залежні й незалежні. При **залежній схемі** вода з теплових мереж безпосередньо надходить у нагрівальні прилади систем опалення й вентиляції. При **незалежній схемі** вода з теплової мережі доходить тільки до абонентських підключень місцевих систем, тобто до місця приєднання останніх до теплової мережі, і не попадає в нагрівальні прилади. Циркулюючи в системах опалення будинків вода нагрівається в спеціально передбачених підігрівниках і потім повертається зворотним теплопроводом до джерела теплопостачання.

Водяним системам тепlopостачання віддається перевага, коли тепловими споживачами є системи опалення, вентиляції й гарячого водopостачання. За наявності технологічного теплового навантаження, що потребує тепла підвищеного потенціалу, також є раціональним застосовувати воду як теплоносій, але при цьому передбачати прокладку третього відособленого трубопроводу. На промислових площах при переважаючому технологічному тепловому навантаженні підвищеного потенціалу й малих навантаженнях опалення й вентиляції можна застосовувати **парові системи тепlopостачання**.

Слід також зазначити вагомий внесок у загальний обсяг утрат переданої теплової енергії тієї їхньої частини, яка пов'язана зі скиданням теплоносія у випадку прориву трубопроводу. На відміну від мереж електропостачання, розрив яких означає й припинення передачі енергії, у тепломережах теплоносій являє собою матеріальну речовину, а отже, при утворенні течії неминуче почне виділятися в навколишнє середовище, несучи із собою запасену енергію. Вирішити зазначену проблему можна, з одного боку, широким застосуванням профілактичних заходів, включаючи своєчасне обслуговування, ремонт і заміну встаткування (труб, колекторів, насосів), а з іншого — модернізацією структури мережі тепlopостачання за модульним принципом з можливістю ізолювання досить невеликої виділеної ділянки трубопроводу у випадку його прориву з метою зменшення втрат теплоносія й власне теплової енергії.

2.9 Енергозбереження при кінцевому споживанні енергії

Основних споживачів енергії за характером енергоспоживання можна розділити на три групи:

1. Енергоємні споживачі — виробничі підприємства, транспорт;
2. Підприємства й організації не виробничого сектору;
3. Побутові споживачі (населення).

2.9.1 Споживачі з високим рівнем споживання енергії

Група споживає найбільш вагому частку енергії. Це пов'язано в першу чергу із застосуванням високопотужного устаткування. Як правило, ці підприємства є споживачами електричної і теплової енергії одночасно.

Сучасні великі заводи енергоємних галузей промисловості складаються зі значної кількості різних технологічних і енергетичних установок, що спільно утворюють виробничий комплекс. Незважаючи на глибокий спад виробництва, що відбувся в Україні, промислові підприємства, особливо нафтопереробні, нафтохімічні й металургійні, залишаються найбільшими споживачами тепла у вигляді пари й гарячої води. У більшості випадків тепlopостачання підприємств є малоефективним. Оптимізація тепло- і електропостачання промислових підприємств, у тому числі із

застосуванням технології комбінованого виробництва, обіцяє дати значні результати, що виражаються в економії енергоресурсів і зниженні витрат промисловості.

Теплоенергетичною системою промислового підприємства називають систему, що поєднує на підприємстві всі джерела різних енергоресурсів, включаючи технологічні агрегати, а також усіх споживачів. Завданням раціональної побудови системи є організація оптимального розподілу й використання різних енергоресурсів. При цьому необхідно враховувати реальні (аж до погодинних) графіки й режими роботи всіх агрегатів, які генерують і споживають енергію, в будь-який відрізок часу для забезпечення надійної й економічної роботи як окремих агрегатів, так і підприємства в цілому.

Від досконалості побудови теплоенергетичної системи підприємства залежить ефективність використання енергоресурсів і розміри їхніх утрат, а також потреба підприємства в зовнішніх ресурсах енергії, у капіталовкладеннях; вплив підприємства на навколишнє середовище та ін. Оскільки при цьому існують зворотні взаємодії, оптимізацію теплоенергетичної системи й технології виробництва необхідно проводити спільно.

До енергоресурсів, що охоплюють теплоенергетичну систему промислового підприємства, належать усі їхні види, наявні на підприємствах, у тому числі:

- водяна пара різних параметрів від різних джерел і гаряча вода;
- горючі гази — доменний, коксовий, конвертерний, від нафтопереробних агрегатів або феросплавних електропечей;
- фізична теплота відхідних газів різних технологічних агрегатів, а також продукції, що остигає;
- теплота охолодження конструктивних елементів технологічних агрегатів;
- теплота розплавлених шлаків;
- горючі нетранспортабельні відходи виробництва;
- надлишковий тиск різних газів і рідин;
- стиснене повітря для технологічних процесів і виробничих потреб;
- кисень технічний (вміст O_2 — 99,5%) і технологічний (вміст O_2 — 95%), газоподібний і рідкий.

Існує ряд шляхів економії палива на підприємствах:

- застосування енергозберігаючої технології й енергетичного вдосконалення технологічних агрегатів і процесів. Їхнє впровадження при тому ж ефекті є в 3 - 4 рази дешевшим, ніж розроблення нових нафтових і газових родовищ;
- підвищення ККД (зниження питомих витрат палива) енергетичних установок і агрегатів, що генерують і споживають різні енергоресурси, наприклад, ККД казанів, турбін, компресорів, кисневих установок, устаткування утилізаційних установок;

– оптимальна побудова системи.

Оптимізація побудови теплоенергетичної системи виробничого підприємства необхідна для вирішення таких завдань:

– забезпечення безперебійного постачання споживачів усіма видами енергоресурсів потрібних параметрів у будь-який відрізок часу;

– максимальне й найбільш ефективне використання всіх внутрішніх енергоресурсів, визначення оптимального напрямку їхнього використання;

– забезпечення балансування приходу і витрати енергоресурсів у будь-який відрізок часу з урахуванням реальних графіків роботи виробничих агрегатів з метою зниження аж до виключення втрат різних енергоресурсів через дебаланс. Є заводи, на яких утрати доменного газу через дебаланс перевищують 10%;

– найбільш економічне резервування джерел енергоресурсів на підприємстві;

– оптимальний вибір енергоносіїв для тих або інших виробництв, зокрема, оптимальний розподіл різних видів палива по споживачах залежно від його пірометричних й інших характеристик;

– можливість комплексної оптимізації як енергогосподарства підприємств у цілому, так і окремих установок за типами і параметрами;

– виявлення найбільш імовірних і тривалих режимів роботи тих або інших установок і агрегатів, що важливо для правильного вибору їхніх типорозмірів, режимних характеристик тощо;

– визначення найбільш економічних і ефективних зв'язків системи з іншими підприємствами й установками, а також загальними умовами енергопостачання району.

По суті, поки немає повноцінного критерію ступеня досконалості (раціональності) побудови теплоенергетичної системи промислового підприємства. Яка-небудь система може не мати прямих утрат за всіма енергоресурсами, але бути далеко не оптимальною, оскільки, наприклад, витрачає високоякісне дефіцитне пальне або високотемпературну теплоту для покриття потреб у низькотемпературній теплоті.

Для виробничого підприємства доцільними є такі показники енергетичної досконалості системи:

1. Забезпечення безперебійного постачання основних споживачів енергоресурсами необхідних видів і параметрів.

2. Мінімальне споживання на одиницю готової продукції палива й електроенергії з урахуванням народногосподарської цінності палива, що споживається підприємством.

3. Ступінь і ефективність використання внутрішніх енергоресурсів, зокрема низькопотенціальних.

4. Мінімум або навіть відсутність утрат енергоресурсів через різні дебаланси і найбільш ефективне використання наявних енергоресурсів з народногосподарської точки зору.

5. Мінімум капітальних витрат на реалізацію теплоенергетичної системи.

6. Мінімальне забруднення навколишнього середовища.

7. Мінімум зведених витрат.

Оптимальна науково обґрунтована побудова системи має велике значення для енергетичних, економічних і екологічних показників роботи підприємств.

До **організаційних методів енергозбереження** на виробничому підприємстві належать:

1) Раціональне планування й організація ритмічної роботи підприємства без зупинок у безперервному циклі. Такий підхід потребує побудови чітких графіків роботи використовуюваного технологічного устаткування, планування споживання енергії з метою визначення сумарного резерву й режиму утворення вторинних енергетичних ресурсів на всіх технологічних ділянках підприємства. Надалі з'являється можливість ув'язування роботи основного виробничого циклу з допоміжним енерготехнологічним ланцюжком утилізації й повернення втрат енергії. Без вирішення проблеми стабільного функціонування сегменту теплоенергетичної системи підприємства, що утилізує тепло, вирішення завдань і комплексного використання енергії практично неможливе.

2) Нормування споживаної енергії, що містить такі етапи:

– збір даних і їхня наступна обробка;

– аналіз оброблених даних і поділ об'єктів на рангові групи за величиною енергоспоживання;

– поділ рангів груп на кластери й визначення норм для кожного кластера окремо. **Кластер** — група об'єктів однорідних за виконуваними діями і споживаною енергією. У кожному кластері можна визначити величину споживаної енергії й не усунутих утрат;

– визначення мінімального значення втрат енергії, пов'язаних з організацією досліджуваного технологічного процесу.

Найбільш доцільно застосовувати **норми, що встановлюються прогресивним способом**, тобто такі норми, які враховують на майбутнє ефект від планомірного впровадження заходів щодо енергозбереження. За початкове значення норми береться сума отриманих величин утрат енергії за кожною одиницею встаткування, а на наступні періоди часу прогнозується зниження, що відповідає планованому зниженню енергоспоживання за рахунок усунення виявлених утрат енергії.

2.9.2 Підприємства невиробничої сфери

На цих об'єктах електроенергія споживається для виробничих потреб, а тепла — для комунально-побутових потреб (опалення).

Основною ознакою енергоспоживання підприємств, виділених у відповідну групу, є малий одиничний обсяг споживання енергії. З цієї причини віялові відключення практично не позначаються на одержуваній ними енергії, що впливає з досвіду відключень.

Підприємства невиробничої сфери поділяють на дві категорії:

– комерційні підприємства, які здійснюють увесь спектр послуг у сучасному суспільстві на ринковій основі;

– некомерційні підприємства й організації, які фінансуються замовником послуг — державою або комерційним підприємством.

Підприємства першої категорії можуть за рахунок прибутку від основної діяльності створювати фонди енергозбереження й вільно розпоряджатися виділеними фінансами для вирішення завдань енергозбереження. Головна перевага полягає в наявності можливості гнучкого аналізу споживання енергії й застосуванні всього спектра технічних засобів і організаційних заходів, які вирішують поставлені завдання.

Підприємства й організації, що не здійснюють комерційної діяльності і, як наслідок, не мають власних засобів для створення фондів енергозбереження, змушені включати витрати на впровадження системи енергозбереження у видаткову частину бюджету, фінансованого третіми особами. У зв'язку з цим можливості виділених об'єктів самостійно управляти внутрішньою енергозберігаючою політикою істотно знижені, особливо для організацій, що перебувають на державному бюджетному фінансуванні. Основним засобом досягнення підвищення енергоефективності тут стають організаційні заходи — проведення роз'яснювальної роботи, контроль використання приладів і устаткування, планування й реалізація оптимального за енергоспоживанням режиму роботи підприємства, введення системи заохочень і стягнень, що накладаються на співробітників, та ін.

2.9.3 Побутові споживачі енергії

Житловий сектор складають кінцеві споживачі енергії, що використовують її для реалізації своїх життєвих потреб. Обсяги споживаної кожним зі споживачів енергії занадто малі для реалізації систем повернення втрат енергії під час її рекуперації або ж у вигляді вторинних енергоресурсів, тому єдиною можливістю зниження споживання енергії є раціоналізація її використання з погляду систем одержання й споживання енергії.

Для побутових споживачів можна виділити такі основні напрямки економії енергії:

1) Теплова ізоляція зі збільшенням термічного опору конструкцій будинків. Увагу слід приділяти застосуванню теплозберігаючих технологій і матеріалів не тільки при будівництві нових, але й при реконструкції

будинків старої забудови з нанесенням на стіни додаткових теплоізолюючих шарів.

2) Модернізація систем тепlopостачання, включаючи заміну централізованих теплових пунктів на індивідуальні в блок-модульному виконанні. Радикальний засіб енергозбереження в побуті — формування автономної малопотужної системи генерації й споживання енергії. Сьогодні такий підхід найбільш широко застосовується для тепlopостачання у зв'язку з істотним зменшенням утрат при доставці енергії споживачеві. Це один з найперспективніших напрямків вирішення проблеми виходу України з енергетичної кризи.

3) Використання нетрадиційних джерел енергії, у тому числі сонячної енергії. Подібні проекти впроваджено, й вони добре себе зарекомендували при організації автономних систем парового опалення багатоповерхових будинків у Криму.

Для побутового споживача енергозбереження головним чином виражається його економічною стороною. Значну частку енергозберігаючих заходів складають організаційно-технічні методи зниження споживання енергії, що полягають в обліку кількості споживаної енергії за допомогою лічильників, що дозволяє перейти від сплати за нарахуванням до сплати за споживанням. Такий перехід відкриває можливість управління побутовим енергоспоживанням, шляхом обмеження витрати енергії за рахунок виключення надлишкового споживання, у тому числі за рахунок:

- зменшення кількості одночасно працюючих освітлювальних приладів;
- оптимізації режиму роботи енергоспоживаючого устаткування;
- модернізації використовуваної техніки або її повної заміни на менш енергоємну.

У зв'язку із забезпеченням енергозбереження в побуті важливою виявляється роль держави, покликаної здійснювати політику навчання населення методам і способам енергозбереження. Особливу роль у цьому напрямку діяльності може відіграти стимулювання власників житла до підвищення ефективності користування енергією, у тому числі фінансові пільги з оплати за надавані послуги, які визначаються за розрахунковим зниженням утрат енергії при впровадженні тих або інших енергозберігаючих заходів.

3 ЕНЕРГЕТИКА Й ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА

В Україні на сьогоднішній день склалася досить напружена екологічна обстановка. З одного боку, це пов'язано із загальним багаторічним накопиченням великої кількості забруднюючих речовин, а також небезпечних твердих відходів промислового виробництва. З іншого боку, незважаючи на існуючу в останні роки тенденцію до скорочення загального техногенного навантаження на навколишнє середовище,

сумарний обсяг твердих речовин, що викидаються в атмосферу, гідросферу й літосферу, досягає 60 млн т. Практично на всій території України в атмосфері фіксуються десятикратні перевищення гранично-припустимих концентрацій (ГДК) окремих речовин. Техногенне навантаження на території України перевищує значення для розвинених країн Європи в 6 - 7 разів.

Навіть без урахування наслідків Чорнобильської катастрофи питома забрудненість на одиницю території України найбільше в Європі. Зони «екологічного нещастя» охоплюють більше 15% всієї території України: це Чорнобильська зона, Донбас, Кривбас, Придніпров'я, Наддністрянщина, Північний Крим, узбережжя Чорного й Азовського морів.

Найбільший вплив на атмосферне повітря у великих містах чинять промисловість і комунально-побутове господарство. Із загальної маси викидів на частку підприємств енергетики припадає до 53%. Усереднений хімічний склад забруднюючої суміші подано у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 — Усереднений хімічний склад забруднюючих викидів в атмосферне повітря

Забруднювач	Сірчаний ангідрид	Оксид вуглецю	Оксиди азоту	Вуглеводні	Легкі органічні сполуки	Інші речовини
В енергетиці України в цілому	19%	42%	8%	7%	4%	20%
Від стаціонарних джерел енергії	30%	37%	10%	8%	4%	11%

Таким чином, на сьогодні в Україні найвагомим стаціонарним джерелом забруднення атмосферного повітря є енергетика. Це стосується не тільки великої, але й малої енергетики. Збиток, який спричиняється шкідливими викидами в атмосферу від малих теплових установок на одиницю палива, що спалюється, в 5 - 6 разів вищий, ніж від ТЕС. Це пов'язано зі специфікою розміщення дрібних котелень, промислових і опалювальних печей у зонах з високою концентрацією населення й відсутністю технічних засобів, що забезпечують ефективне спалювання шкідливих викидів. Вони становлять 25 - 50% всіх викидів. Як наслідок, рівень загазованості цілого ряду великих промислових центрів залишається високим, тим більше, що в умовах дефіциту паливно-енергетичних ресурсів практично неможливо добитися пріоритетного

виділення природного газу й заміщення рядового вугілля його сортовими видами для потреб опалення.

На частку традиційної енергетики припадає не менше 30% усіх викидів в атмосферу, у тому числі 30% від загального обсягу твердих речовин, 63% сірчистого ангідриду й 57% оксидів азоту. У цих умовах надзвичайно важливою є інтеграція енергетики й екології, взаємозв'язок екологічних аспектів енергетики й енергетичні аспекти екології.

3.1 Екологічні проблеми традиційної енергетики

Територія України перенасичена небезпечними техногенними об'єктами. Корені екологічної кризи лежать у Чорнобильській катастрофі й непомірному техногенному навантаженні. Масштаби забруднення середовища в ряді регіонів України досягли критичного рівня. Як уже зазначалось, головними забруднювачами повітря є підприємства енергетики. Різні типи енергоустановок по-різному впливають на навколишнє середовище. На рис. 3.1 показано узагальнену схему впливу енергетики на природне середовище і її компоненти. Узагальнюючи наведені в схемі впливи, можна виділити кілька груп найбільш важливих взаємодій:

- водоспоживання й водокористування, які спричиняють зміни в природному матеріальному балансі водного середовища (перенесення солей, живильних речовин та ін.);

- осідання на поверхні води твердих викидів з атмосфери, викликаних продуктами згоряння органічного палива, що у свою чергу змінює властивості води, її колір, альбедо та ін.;

- випадання на поверхню продуктів викидів в атмосферу, у тому числі: кислот і кислотних залишків; металів і їхніх сполук; канцерогенних речовин у вигляді твердих частинок і рідких розчинів;

- викид безпосередньо на поверхню землі й води продуктів спалювання твердого палива (зола, шлаки), а також продуктів продувки, очищення поверхонь нагрівання (сажа, зола та ін.);

- викид на поверхню води й суходолу твердого й рідкого палива під час транспортування, переробки, перевантаження;

- викид твердих і рідких радіоактивних відходів;

- викид тепла, внаслідок чого можуть виникати: постійне локальне підвищення температури у водоймах і в атмосфері; тимчасові стрибки температури; зміна умов льодоходу й зимового гідрологічного режиму; паводки; зміна опадів, випарів, туманів;

- створення водоймищ у долинах рік або з використанням природного рельєфу поверхні, а також створення штучних ставків-охолоджувачів, що призводять до зміни кількісного і якісного складу річкових стоків, зміни гідрології водного басейну; збільшення тиску на дно, проникнення вологи в

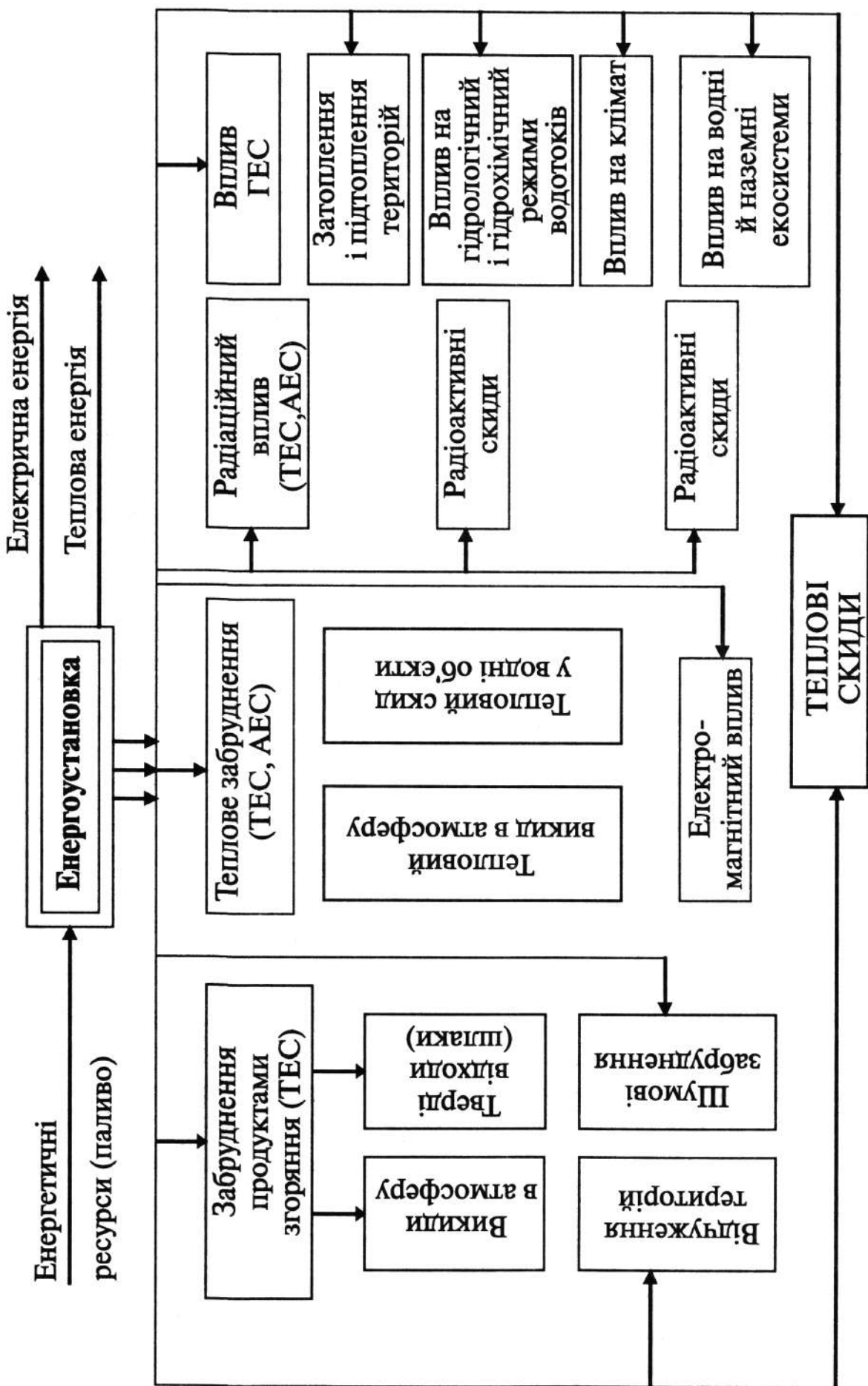


Рисунок 3.1 — Основні види впливу енергетики на навколишнє середовище

розлами земної кори й зміни сейсмічності; зміни умов рибальства, розвитку планктонів і водної рослинності; зміни мікроклімату та ін.;

– зміна ландшафту внаслідок спорудження різнорідних енергетичних об'єктів, споживання ресурсів літосфери, у тому числі: вирубка лісів; виведення із сільськогосподарського обігу орних земель, лугів; взаємодія берегів з водоймищами;

– вплив викидів, виносів і зміненого характеру взаємодії водних басейнів і землі на структуру й властивості континентальних шельфів.

Забруднення навколишнього середовища можуть у сумі впливати на природний кругообіг і матеріальні баланси тих або інших речовин між гідро-, літо- і атмосферою. Загальною для всіх джерел енергії — як традиційної, так і нетрадиційної — є проблема теплових викидів.

Всі названі взаємодії пов'язані між собою, а отже, не можуть розглядатися ізольовано. Крім того, механізм взаємодії в кожній із груп базується на різнорідних фізичних і фізико-хімічних процесах і явищах. Все це спричиняє необхідність у всебічному системному аналізі всіх складових проблеми впливу енергетики на екологію.

А. Теплова енергетика

Найбільший негативний вплив на навколишнє середовище серед усіх електростанцій здійснюють ТЕС. На рис. 3.2 показано схему цієї взаємодії. Стрілками на схемі зазначено напрямки основних характеристик взаємодії енергетичного устаткування ТЕС з атмо-, гідро- і літосферою. Викопне паливо видобувають із надр і після збагачення й переробки подають у топку парогенератора ПГ. Для забезпечення згоряння речовини з атмосфери в топку подається повітря. Продукти згоряння передають основну частину теплоти робочому тілу енергетичної установки, частина тепла розсіюється в навколишнє середовище, а частина попадає із продуктами згоряння в димохід і далі в атмосферу. Залежно від складу палива продукти згоряння містять оксиди азоту (NO_x), оксиди вуглецю (CO_x), оксиди сірки (SO_x), вуглеводні, водяну пару й інші речовини у твердому, рідкому або газоподібному стані, які є головними забруднювачами навколишнього середовища. Сьогодні ТЕС на території України викидають в атмосферу 76% оксидів сірки, 53% оксидів азоту й 26% твердих частинок від загальних об'ємів викидів стаціонарних енергетичних установок.

Під час спалювання відбувається окислювання вуглецю киснем повітря. Якщо вуглець згоряє повністю, утворюється відносно нешкідливий діоксид вуглецю CO_2 і виділяється 32,8 МДж теплоти на 1 кг. Якщо ж процес організований неправильно, наприклад при нестачі повітря, продуктом згоряння є особливо токсичний оксид вуглецю CO і виділяється всього 9,2 МДж теплоти. Кількість теплоти, яка виділяється при згорянні водню, становить 120,8 МДж на 1 кг газу.

АТМОСФЕРА

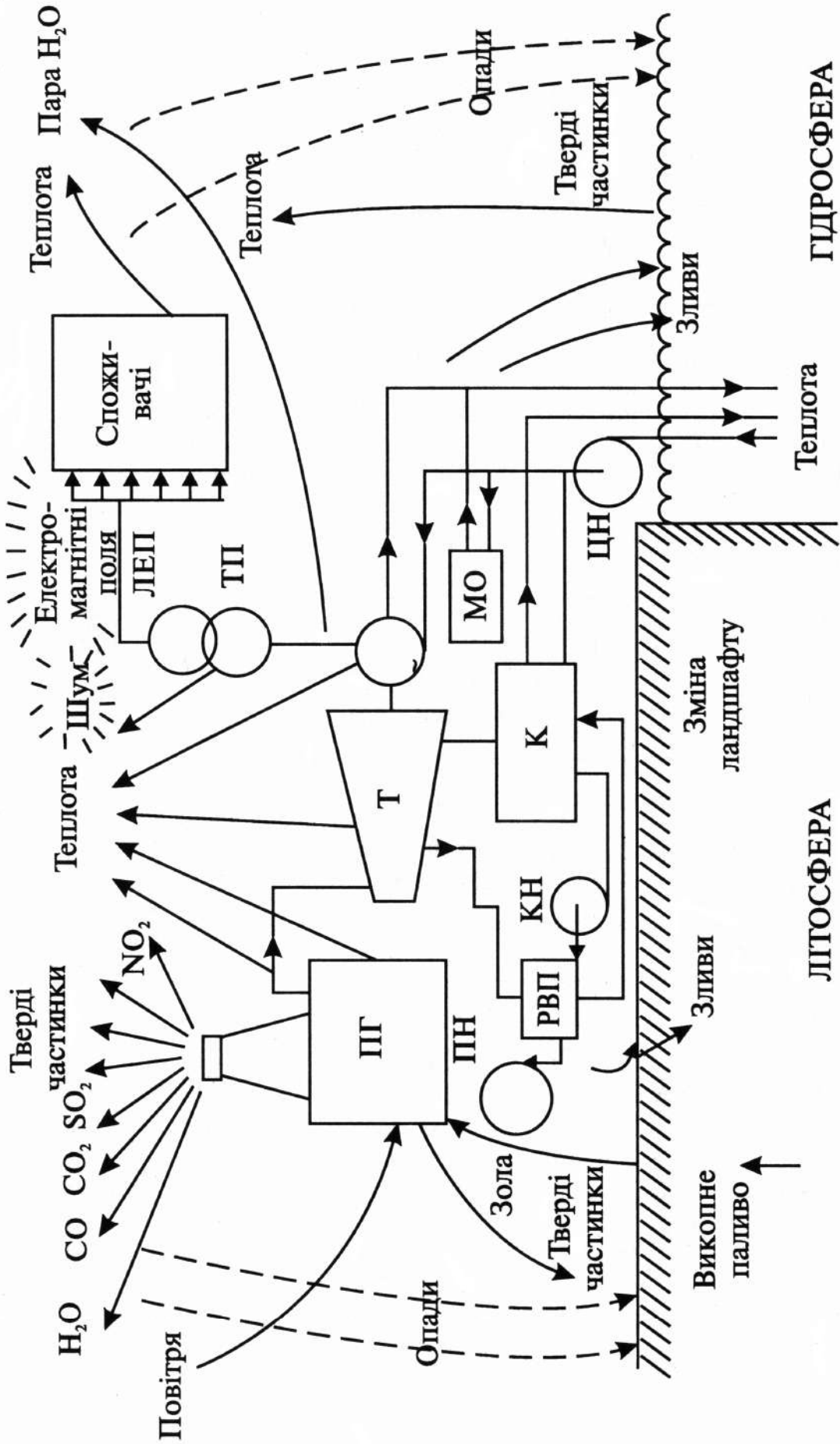


Рисунок 3.2 — Схема взаємодії ТЕС із навколишнім середовищем

Під час повного згоряння 1 кг сірки виділяється 9,2 МДж теплоти. При цьому утворюється токсичний сірчистий ангідрид SO_2 і в невеликих кількостях ще більш токсичний сірчаний ангідрид SO_3 . Їхні викиди із продуктами згоряння забруднюють повітряний басейн, а в поєднанні з водою (водяною парою) є причиною кислотних дощів. Незважаючи на малу кількість азоту в органічному паливі, він також є досить шкідливим компонентом, оскільки при згорянні азотовмісні сполуки утворюють сильно токсичні горючі оксиди азоту NO і NO_2 .

Зовнішнім баластом палива є волога й зола. Вологість твердого палива в робочому стані може перевищувати 50%. Мінеральні домішки, які спалюються, утворюють золу й шлаки. Одним з факторів впливу вугільних ТЕС на середовище є викиди систем складування, транспортування, пилоприготування й золовідділення. Різним чином впливають на навколишнє середовище системи відділення твердих компонентів продуктів згоряння — шлаків і золи, що видаляються з топки й відкладаються в золошлаковідвали на поверхні літосфери.

У паропроводах від парогенератора ПГ до турбоагрегата Т, так само як в корпусах і ресиверах турбогенератора Т, відбувається передача теплоти навколишньому повітрю. У конденсаторі К, а також у системі регенеративного підігріву води, що містить регенеративні водонагрівачі РВН, конденсатні КН і живильні ЖН насоси, теплота конденсації й переохолодження конденсату приймається охолодною водою, що подається циркуляційними насосами ЦН. Перетворення механічної роботи на електроенергію в електрогенераторі Г також супроводжується втратами, які зрештою перетворюються на тепло, що віддається атмосфері.

Робота обертових механізмів, змішувачів, трансформаторів пов'язана з поширенням акустичного забруднення, а робота трансформаторних підстанцій, ліній електропередач, як і всіх електричних машин, — із впливом електромагнітних полів і тепловиділенням у навколишнє середовище.

Особливу групу вод, що використовуються ТЕС, складають охолодні води, які забираються з водойм для охолодження теплових конденсаторів і несуть у водойму велику кількість теплоти. З ними зазвичай пов'язують теплове забруднення середовища. Крім конденсаторів великими споживачами води є маслоохолоджувачі МО, а також системи зливу на поверхню ґрунту або в гідросферу. Інші пристрої споживають тільки 7% усього об'єму води, однак з ними пов'язане найбільше забруднення навколишнього середовища. Наприклад, при промиванні поверхонь нагрівання котлоагрегатів ТЕС потужністю 300 МВт утворюється 10000 м³ розведених розчинів соляної кислоти, їдкого натру, аміаку, солей амонію, заліза й інших речовин.

Одним з компонентів забруднення є шумовий вплив. Його джерелами є енергетичне устаткування, яке розташоване всередині будівлі ТЕС, а

отже, істотно не впливає на середовище. У той же час велика кількість устаткування, розташованого поза будівлею (трансформатори, градирні, газорозподільні пункти та ін.), можуть стати сильними джерелами постійного шуму. Це є особливо важливим для ТЕЦ, розташованих у житлових районах. Потужними джерелами шуму можуть бути скидання або продування пари в атмосферу.

Б. Атомна енергетика

Особливістю атомної енергетики є мізерна витрата ядерного палива, що забезпечує виділення величезної кількості тепла. Головна відмінність між ТЕС і АЕС полягає в заміні в схемі парового казана ядерним реактором, а також в ускладненні системи парогенерації. Інше обладнання, а отже, і вплив цієї частини АЕС і ТЕС на середовище практично не відрізняються один від одного. На рис. 3.3 показано узагальнену схему цієї взаємодії.

Вивільнення енергії під час керованої ланцюгової реакції поділу атомів урану, торію й плутонію відбувається в ядерному реакторі Р. Перетворення кінетичної енергії уламків і продуктів поділу відбувається в активній зоні реактора, у якій майже вся енергія ядерної реакції передається теплоносію. Прямому виходу радіоактивних відходів (р.в.) у навколишнє середовище перешкоджає багатоступінчаста система радіаційного захисту, яка містить пристрої вловлювання активних речовин і перетворення їх на тверді, рідкі або газоподібні відходи. Найскладнішою екологічною проблемою під час експлуатації АЕС є поховання великотоннажних радіоактивних відходів, що утворюються під час демонтажу елементів устаткування, а також відпрацьованого ядерного палива. У рідких відходах містяться радіоактивні ізотопи стронцію, цезію, водню й інших елементів. Передбачено кілька варіантів поховання:

- розміщення всіх забруднених елементів у шахтних виробітках;
- поховання тільки найзабрудненіших елементів з повторним використанням інших за призначенням;
- періодична дезактивація устаткування на місці й поховання концентрованих відходів і змивів.

Усі інші види впливу АЕС на атмо-, гідро- і літосферу, не пов'язані з радіоактивністю, якісно не відрізняються від аналогічних впливів ТЕС. Споживання води й повітря, а також теплове забруднення для АЕС вище, а шумове — нижче. На 2 млн кВт електричної потужності в навколишнє середовище викидається не менше 2 млн кВт теплових потужностей, що у 1,5 - 2 рази вище ніж для ТЕС.

Для будівництва одного енергоблоку необхідно 600 га земельних ресурсів, утрати води становлять 30 млн м³ на рік, а отримані рідкі відходи — до 100 тис. м³ на рік. Уважається, що для нормальної роботи АЕС необхідне водоймище розміром 8 - 12 м² поверхні на кожний кВт

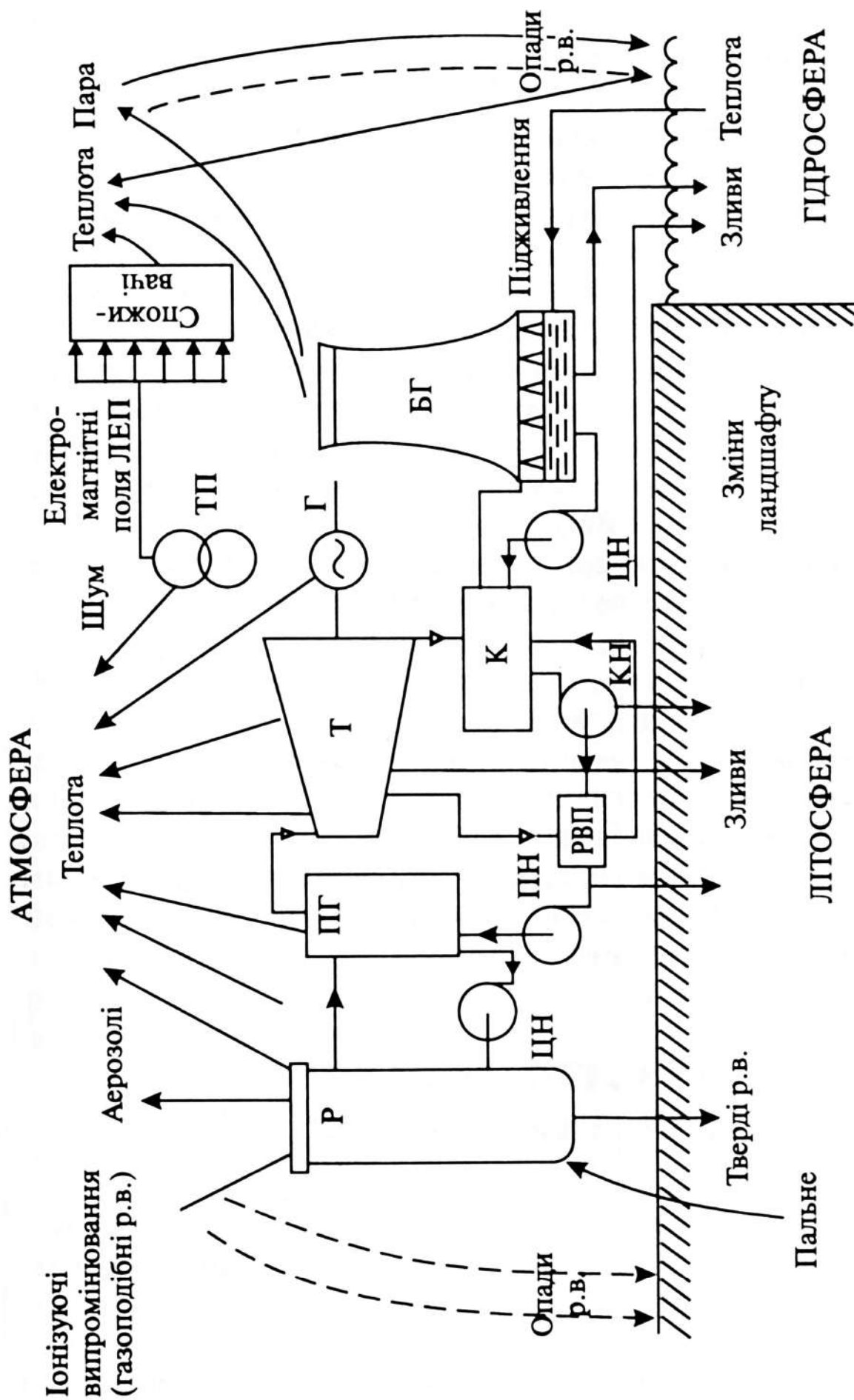


Рисунок 3.3 — Схема взаємодії АЕС із навколишнім середовищем

потужності, яка генерується. Для порівняння — відповідний показник для ТЕС становить 5 - 8 м² на 1 кВт.

Слід також зазначити, що АЕС є джерелом техногенної небезпеки найвищого рівня ризику, пов'язаної з можливою катастрофою й викидом у навколишнє середовище продуктів радіоактивного забруднення. Досвід аварій на західних і вітчизняних АЕС показує, що у випадку виникнення позаштатної ситуації з викидом радіоактивних речовин в атмосферу, у зоні несприятливого впливу опиниться величезна кількість людей, а наслідки такого впливу є надзвичайно небезпечними для здоров'я, а в ряді випадків — і життя людей. Відповідно до «Правил ядерної безпеки» МАГАТЕ проекти усіх систем і компонентів АЕС, які впливають на ядерну безпеку, мають містити докладний аналіз усіх можливих відмов елементів, виділяти небезпечні відмови й оцінювати їхні наслідки. З урахуванням поширення викидів під час аварій на АЕС встановлюються санітарно-захисні зони.

Процес видобутку й збагачення ядерного палива також є процесом підвищеної радіаційної небезпеки й потребує особливої уваги щодо забезпечення його безпеки для працівників та іншого населення. Крім того, слід пам'ятати, що результатом ядерної реакції в сучасній атомній енергетиці є так званий збройовий плутоній, придатний для застосування як начинка ядерної зброї. Контроль за його поширенням також є одним з найперших завдань забезпечення ядерної безпеки.

В. Гідроенергетика

Усього кілька десятиріч тому вважалося, що гідроелектростанції не можуть негативно впливати на навколишнє середовище. Однак незабаром стало ясно, що під час будівництва й експлуатації ГЕС природному середовищу завдається серйозної шкоди (рис. 3.4).

Найбільшої шкоди природі завдають саме водоймища, більшу частину яких складає мілководдя. Вода мілководдя інтенсивно прогрівається Сонцем, що створює сприятливі умови для розвитку синьо-зелених водоростей та інших евтрофікаційних процесів. Унаслідок створення водоймищ забруднюється територія суходолу, що дорівнює площі його поверхні. У результаті фільтрації води у водоймищі довкола нього створюється велика зона підтоплення. Хвильові явища викликають зміну берегів і їхні обвали, що у свою чергу ще більше збільшує площу мілководдя. Мілководдя й підтоплення сприяють заболочуванню прилеглих територій.

Таким чином, серед найістотніших факторів впливу ГЕС на локальні природні умови є такі:

- зміна ландшафту;
- зміна рівня ґрунтових вод;
- переформування берегів;
- зміна інших природних умов — ґрунту, рослинного й тваринного світу.

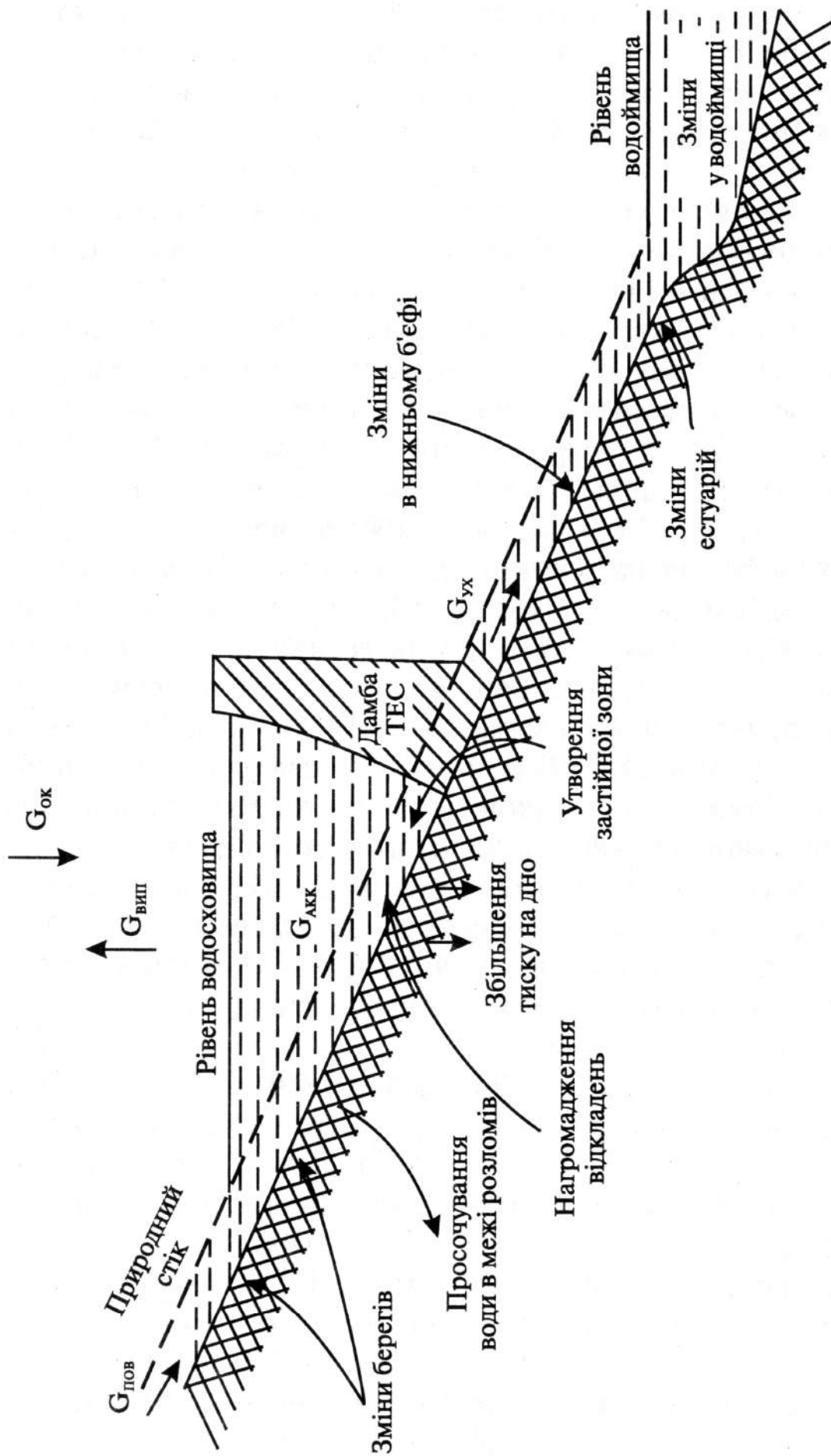


Рисунок 3.4 — Вплив ГЕС на навколишнє середовище

Зміна гідрогеологічного режиму рік під час спорудження ГЕС характеризується:

- зміною перерозподілу стоку;
- зміною рівневого режиму і його залежності від вітрів;
- зміною режимів течій, хвильового, термічного й льодового режимів.

Змінюється тепловий режим води у водоймищі; восени приходить більш тепла вода, нагріта у водоймищі за літо, а навесні — більш холодна. Ці відхилення поширюються на сотні кілометрів від греблі ГЕС.

Істотні зміни відбуваються в гідрохімічному й гідробіологічному режимах водних мас. У верхньому кінці водоймища води збагачені органічними речовинами, вимитими із ґрунту, у нижньому — збіднені, оскільки через малу швидкість течії речовини осідають на дно. Також змінюються газовий склад й газообмін води.

Під тиском величезних мас води, накопичених у водоймищах, нерідко відбувається осідання земної поверхні, яке можна порівняти із землетрусами силою в 2 - 3 бали за шкалою Ріхтера. У результаті зміни руслових режимів у водоймищах осідають наноси. Зміна річкового стоку впливає на стан морського середовища.

Крім того, виникає ризик техногенної катастрофи, пов'язаної з можливим руйнуванням гребель, зокрема, в Україні при руйнуванні греблі однієї з ГЕС на річці Дніпро можливим є комплексне забруднення до чверті території держави донними опадами, які складаються із промислових викидів, а також радіоактивних опадів чорнобильської катастрофи.

З огляду на розмаїтість впливу водоймищ на навколишнє середовище доцільним є спорудження надалі переважно середніх і малих водоймищ. При цьому слід враховувати, що водоймища, влаштовані в руслах рівнинних рік, мають більшу площу, ніж гірські. Проект будівництва кожної ГЕС слід розглядати індивідуально залежно від усього комплексу зазначених вище факторів.

3.2 Екологічні проблеми нетрадиційної енергетики

Вирішенням зазначених вище екологічних проблем традиційної енергетики є застосування нетрадиційних способів генерації енергії. Оцінюючи перспективи розвитку нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії, як правило, підкреслюють їхню екологічну чистоту, однак і їхнє використання далеко не є нешкідливим для екосистем регіонів і планети в цілому.

Спільні негативні фактори впливу нетрадиційної енергетики на навколишнє середовище пов'язані із проблемами землекористування, шуму, зміни ландшафту, використання нових матеріалів, виробництво яких в окремих випадках може негативно вплинути на навколишнє середовище. Аналіз можливих негативних наслідків необхідно проводити на стадії їхньої розробки й проектування, що дасть можливість уникнути помилок, які було

зроблено під час оволодіння традиційними енергоустановками, коли спочатку були створені технологічні принципи й лише потім, у процесі експлуатації, почалися пошуки шляхів подолання негативних екологічних впливів.

А. Сонячна енергетика

Для сонячної енергетики найнебезпечнішим з екологічної точки зору фактором є необхідність відведення великих площ землі під установлення фотоелектричного й теплотехнологічного устаткування, яке забезпечує перетворення сонячної енергії на електричну й теплову відповідно. Це пов'язано з низькою концентрацією енергії в потоці світлового випромінювання безпосередньо біля поверхні землі. Наслідком відведення земель і розміщення на них станцій є затінення використовуваної території з порушенням режиму рослинності, що в остаточному підсумку може призвести до ерозії ґрунтів, зміни водного й мінерального балансів і, як наслідок, повного руйнування локальної екосистеми. Не допустити цього можна шляхом планування й реалізації природоохоронних заходів щодо підтримки екологічної рівноваги на зайнятій і прилеглих територіях. Перспективними варіантами також є розміщення генеруючих потужностей геліоенергетики «поверх» площ споживача (на дахах і стінах будинків, на поверхні споруд тощо), що успішно застосовується для забезпечення локального теплопостачання в Україні, а також перенесення сонячних станцій на більшу висоту над рівнем моря для підвищення щільності сонячного випромінювання, що вловлюється.

Як будь-який енергетичний об'єкт, геліоенергетична станція впливає на середовище у вигляді теплового й електромагнітного забруднення. Специфічним фактором є необхідність використання екологічно шкідливого технологічного процесу одержання кремнію, необхідного для створення фотоелектричних елементів.

Б. Вітроенергетика

У комплексі негативний вплив вітроенергетики на навколишнє середовище є аналогічним сонячній енергетиці. Також більшу проблему створює необхідність використання великих площ землі під енергогенеруючі потужності. Робота ВЕС може призвести до зміни вітрового режиму й, як наслідок, до порушення природного балансу прилеглих територій. Крім того, установки, розміщені на високих щоглах, становлять небезпеку для птахів і комах, а при розміщенні на акваторії шельфу — і для морських тварин.

Оскільки установка являє собою механізм із елементами, що рухаються, ще одним видом впливу на середовище будуть шумовий і вібраційний впливи, які зростають з підвищенням потужності й числа вітродвигунів. Для установок високої потужності можливе утворення надзвукових потоків повітря на кінцях лопат з появою інфразвукового ефекту, що негативно впливає на людину й інші біологічні суб'єкти.

Ще одним недоліком сучасного виробництва вітрової енергії є висока металоємність обладнання, пов'язана з вимогами попереднього циклу видобутку й переробки металів. При цьому виникає необхідність у великій кількості високоякісних, високоміцних матеріалів. У наш час існує тенденція замінити елементи металевих конструкцій (насамперед лопат вітрових коліс) на склопластикові, що у свою чергу потребує глибокого аналізу наслідків хімічного виробництва, пов'язаного зі створенням композиційних матеріалів.

В. Геотермальна енергія

Екологічний вплив ГеоТЕС і геотермальних технологічних установок на середовище зводиться до дії мінералізованих геотермальних вод і пари, опускання земної поверхні, розташованої над геотермальним шаром, а також теплового впливу на середовище, підвищеного порівняно з ТЕС.

Розвиток геотермальної енергетики пов'язано з досить істотними негативними екологічними наслідками: деградацією лісів і екосистем навколо родовищ; сильним забрудненням ґрунтів мінеральними солями, а також повітря й води; осіданням ґрунту внаслідок відбору води й пари; виділенням газів разом з парою. Все це потребує серйозного контролю. Крім того, геотермальні станції часто розташовуються у важкодоступних місцях.

Геотермальна вода має підвищені корозійні властивості, тому отриману пароводяну суміш необхідно заздалегідь розділити на суху пару й воду. Пара направляється на турбіну для генерації електроенергії. Воду можна було б використовувати для опалення, однак унаслідок своєї корозійності її використання призводить до швидкого засмічення труб. Кращим виходом є зворотне закачування води з розчиненими мінеральними солями в надра, але все-таки проблема боротьби з випаданням мінеральних солей і засміченням труб і водойм залишається до кінця невирішеною.

У складі вод, виведених на поверхню, перебувають нітриди, хлориди й сульфіді деяких металів, хімічно небезпечні елементи (бор, арсен), сірководень (при великих концентраціях токсичний). За відсутності зворотного закачування в шар виникає небезпека засолення ґрунтів у районі використання, а також зменшення пластового тиску. Зміна тиску в шарі під час тривалої експлуатації свердловин впливає на рівень ґрунтових вод у районі й може негативно відбитися на роботі артезіанських свердловин і водопостачання.

Також слід зазначити підвищену небезпеку виникнення аварійних ситуацій на ГеоТЕС у зв'язку з мінливістю поведінки шарів і нерівномірністю розподілу в них води й пари.

Г. Мала гідроенергетика

Сьогодні міні- та мікроГЕС вважаються найбільш перспективним джерелом енергії, здатним вирішити багато проблем в енергетичній галузі. Найбільше значення для мініГЕС мають технології, які вдосконалюють роботу гідротурбін, що працюють на малих напорах. Таке обладнання

мінімально впливає на навколишнє середовище, оскільки не потребує будівництва загат, водоймищ, берегових споруд. Перспективність малої гідроенергетики сьогодні визначається головним чином можливістю спорудження невеликих, досить дешевих енергогенеруючих підприємств, які працюють на відновлювальній первинній енергії.

Д. Енергія біомаси

У результаті процесу ферментизації під час переробки біомаси в етанол створюються побічні продукти, у тому числі промивальні води й залишки перегонки. Останні є серйозним джерелом екологічного забруднення навколишнього середовища. Цікавими є технології, що дозволяють під час очищення цих відходів отримувати мінеральні речовини, які використовуються в хімічній промисловості, а також як мінеральні добрива.

Різноманітним напрямкам утилізації органічних відходів властива, насамперед, чітка екологічна спрямованість. Значною мірою вони орієнтуються на переробку відходів. Ліквідація останніх і пов'язане із цим поліпшення екологічних і санітарно-епідеміологічних умов середовища відіграють навіть більшу роль, ніж енергетичний ефект використання цього виду сировинних ресурсів. Це є особливо важливим для регіонів з теплим вологим кліматом і великими містами. Саме тут надзвичайну роль відіграє технологія ліквідації відходів, що дозволяє одночасно використовувати їхній енергетичний потенціал.

За умови цілісності й безпеки технології виробництва отримана енергія сприятливо впливає на навколишнє середовище, насамперед, за рахунок видалення відходів з навколишнього середовища. Крім того, використання більш екологічно чистих палив дозволяє істотно знизити навантаження на навколишнє середовище. У той же час традиційно застосовуваний ланцюжок «тваринництво - біоенергетика» означає лише перехід до нового виду хімічного палива — при цьому навантаження на середовище практично не змінюється порівняно з теплоелектроенергетикою.

Е. Океанічна енергія

Функціонування ОТЕС спричиняє негативні екологічні наслідки, серед яких: негативний вплив на екосистему району розміщення станції за рахунок великого скупчення кабелів, труб, устаткування, а також забруднення водного середовища побутовими відходами. Станції не займають великих площ землі, однак відповідним чином впливають на море, особливо в тих місцях, де життя багате й різноманітне.

3.3 Шляхи підвищення рівня екологічної безпеки енергетики України

Без вирішення складних екологічних проблем і забезпечення необхідного рівня захисту атмосфери, літосфери й водоймищ від забруднення димовими газами й рідкими стоками ТЕС, тепловими викидами АЕС, а також іншими видами негативного впливу енергетичних

об'єктів на екологію в нинішніх умовах стратегія подальшого розвитку енергетики не може бути реалізована. Зараз необхідно активно піднімати культуру гідробудівництва. Вплив енергетики на природне середовище полягає не тільки в значних об'ємах викидів шкідливих речовин, але й у виведенні із природокористування значних територій, дії на клімат, а також у відкладенні величезних об'ємів вторинної сировини.

Таким чином, досягти екологічної безпеки країни можна лише за умови підвищення безпеки енергетичної у всіх аспектах і складових ефективності виробництва, перетворення, передачі й споживання енергії, а також паливно-енергетичних ресурсів. В Україні, як і в інших розвинених країнах, необхідною є система екологічної безпеки, що враховує особливості вітчизняної економіки й паливно-енергетичного комплексу. Ця система має передбачати підтримку такого стану економіки й соціальних відносин у суспільстві, за яких діяльність держави й особистості свідомо спрямовані на попередження й запобігання виниклих екологічних загроз, а також на всебічний екологічний захист населення й природних умов його ефективного соціального й економічного розвитку.

Світовий досвід показує, що зменшення й регулювання техногенного навантаження досить ефективно досягається за допомогою економічних механізмів:

- «бабл-принцип» — дотримання певних об'ємів викидів для дотримання національних стандартів якості повітря;
- метод «торгівля викидами» — укладення договорів між підприємствами про передачу квот на викиди в навколишнє середовище в межах установлених норм;
- принцип «солідарної відповідальності» — підприємства несуть спільну відповідальність за екологічний збиток.

Передові країни світу, керуючись концепцією «витрати на попередження забруднення» все більшу увагу приділяють природоохоронним заходам, випуску екологічно чистої продукції. Істотно зросла роль державної фінансово-економічної політики стимулювання природоохоронної діяльності. Економіка розвинених країн усе більше стає ресурсозберігаючою, в них швидко розвивається екологічна індустрія.

Протокол Конвенції ООН (Кіото, 1997 р.) про обмеження викидів парникових газів передбачає «торгівлю» ними в межах виділених квот. Гроші, отримані від продажу прав на викиди, можна використовувати на модернізацію об'єктів енергетичної галузі України, підвищення рівня екологічної й енергетичної безпеки країни.

4 СИСТЕМА ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ ПІДПРИЄМСТВА

Енергетичний ринок — сукупність економічних відносин між суб'єктами, що генерують, передають і споживають енергію.

Ринок енергозбереження — сукупність відносин між виробниками й споживачами енергозберігаючих технологій і встаткування, а також організаціями, що забезпечують ці відносини.

Виробники енергозберігаючих технологій розробляють і пропонують споживачам нові технічні рішення. Однак їх впровадження потребує від споживача певних витрат. Організаційне забезпечення функціонування ринку стимулює впровадження цих технологій.

Стимулювання — фінансова допомога з упровадження видачі довгострокових безпроцентних кредитів, які забезпечує держава, або передача встаткування в лізинг.

З іншого боку, передбачається відповідальність за систематичне порушення політики енергозбереження.

4.1 Структура системи енергетичного менеджменту

Енергетичні баланси промислових підприємств мають забезпечувати вирішення таких основних завдань:

- визначення напрямків, способів і розмірів використання підведених і побічних енергетичних ресурсів;

- оцінювання ефективності використання окремих видів енергетичних ресурсів і в цілому енергетичного господарства підприємства;

- виявлення й оцінювання втрат енергії, визначення резервів господарства в області виробництва й використання енергоносіїв;

- визначення нормативів енергетичного господарства, які використовуються під час прийняття проектно-планових рішень (міжгалузеві баланси, планові енергетичні баланси, плани розвитку галузей, підприємств — проекти систем енергопостачання тощо);

- забезпечення інформацією науково-дослідних і проектних розробок, пов'язаних зі створенням нової енергетичної техніки, удосконалюванням методів і засобів планування й керування енергетичним господарством.

Найпростішим напрямком аналізу є дослідження структури прибуткової й видаткової частин балансу й тенденцій її зміни. Вивчення структури енергетичного балансу дозволяє пояснити розходження в рівнях енергоспоживання й ефективності використання ресурсів по окремих підприємствах.

Ефективним напрямком дослідження енергетичних балансів є метод, що базується на розрахунку коефіцієнтів корисного використання (ККВ) енергоносіїв і всього енергетичного господарства підприємства. ККВ розраховуються за даними видаткової частини балансу, складеного за цільовими витратами палива й енергії.

Наступний напрямок аналізу енергетичного балансу підприємства полягає у визначенні зв'язку енергетики з показниками господарської діяльності й оцінюванні взаємного впливу енергетики й економіки виробництва у вигляді розрахунку узагальнених енергоекономічних

характеристик підприємства. Найважливішими з них є: електро- і енергооснащеність праці; енерго-, електро- і теплоємність продукції; енерго-, електро- і теплооснащеність основних виробничих фондів; тепло-електричний і електропаливний коефіцієнти тощо.

Загальну ефективність господарської діяльності підприємства характеризують три показники: продуктивність праці, рентабельність, фондооснащеність.

Якщо електрооснащеність праці на окремому підприємстві перевищує середньогалузевий рівень, причинами цього можуть бути: більш високий рівень техніки й організації виробництва, більша питома вага електроенергії в технологічному енергоспоживанні (наприклад при заміні полум'яних печей електropечами). У цьому випадку слід виконати економічний аналіз доцільності такої заміни енергоносіїв.

Нижча електрооснащеність праці може мати ряд причин, які доцільно об'єднати в три групи:

- загальновиробничі, до них належать: низький рівень механізації допоміжних, складальних, налагоджувальних робіт і ремонтів; великий вік основних фондів, що перешкоджає комплексній механізації й раціональній організації виробництва;

- енергетичні, наприклад, широке застосування палива у високотемпературних процесах; наявність парового приводу в силових процесах (парові молоти, преси, паровози), низький ступінь електрифікації середньотемпературних виробничих процесів тощо;

- електричні, наприклад, недостатній рівень електроспоживання через слабкий розвиток вентиляції, кондиціонування, освітлення тощо, недостатня потужність електропостачання та інші фактори.

Електрифікація нерозривно пов'язана з технічним прогресом, тому коефіцієнт електрифікації має поступово зростати. Його зниження може відбуватися з тих самих причин, що й показників електрооснащеності праці. При систематичному зниженні обох показників необхідно виконувати ретельний аналіз їхніх причин.

4.1.1 Паливні баланси, основні показники енергетичного балансу

Енергетичний баланс є комплексною характеристикою витрат теплоти, енергії, пари, втрат конденсату і їхнього покриття в певних умовах експлуатації системи енергопостачання підприємства.

Основними елементами енергетичного балансу є видаткова й прибуткова частини. Перша характеризує енергоспоживання за певних умов, друга — покриття потреб підприємства в енергії. Енергетичні баланси підприємств поділяють на паливно-енергетичні й пароконденсатні; повні й часткові. Повні визначаються для вибору оптимального варіанта енергопостачання підприємства в цілому, часткові — при вирішенні окремих питань енергопостачання підприємства.

Паливно-енергетичні баланси промислових підприємств характеризують споживання й виробництво різних видів енергії.

При застосуванні на промислових підприємствах як теплоносій водяної пари важливу роль в оцінюванні використання енергії відіграють пароконденсатні баланси. Їхнім завданням є визначення умов споживання й транспортування пари, що дає можливість скласти чітку й повну картину використання пари й повернення конденсату на підприємство. Отже, складання пароконденсатного балансу промислового підприємства є обов'язковим при контролі й налагодженні його системи паропостачання.

Під оптимальною структурою паливно-енергетичного балансу підприємства розуміють таку структуру використання різних видів палива й енергії споживачами і підприємством у цілому, при якій загальна сума витрат на енергоресурси і їхнє використання на виробництво заданого обсягу продукції була б мінімальною при строгому дотриманні обмежень за різними видами палива й енергії.

Вибір оптимальної структури паливно-енергетичного балансу підприємства потребує великого обсягу інформації про техніко-економічні показники виробництва при використанні різних видів енергетичних ресурсів, про можливість їхньої взаємозамінності, міжцехових зв'язків з використання палива, обмеженості одних і обов'язковості повного використання інших ресурсів тощо. Звичайні методи оптимізації паливно-енергетичного балансу підприємства перебором варіантів є непридатними, оскільки потребують великої кількості операцій. Сьогодні розроблено методи планування паливно-енергетичного балансу підприємства на основі математичного моделювання. Їхня суть полягає в складанні економіко-математичної моделі — системи рівнянь і нерівностей, які описують структуру паливно-енергетичного балансу в кількісних індексах. Завдання лінійного програмування включає три пункти: мета, можливі способи її досягнення й обсяги виробництва, ресурси палива й енергії.

При вирішенні завдання оптимізації паливно-енергетичного балансу промислового підприємства необхідно передбачати можливість вибору способів досягнення мети (якщо їх два або більше). При цьому слід розглядати лише ті категорії споживачів, для яких існують хоча б два способи (або більше) застосування енергоресурсів, тобто є можливість взаємозамінності (повної або часткової) різних їхніх видів. При складанні паливно-енергетичних балансів величезне значення має точність вихідної інформації.

Згідно з літературою для складання економіко-математичної моделі паливно-енергетичного балансу необхідно мати:

- а) план виробництва різних видів продукції;
- б) дані щодо можливих технологічних способів виробництва кожного виду продукції;
- в) техніко-економічні показники за кожним технологічним способом;

г) дані про можливі ресурси різних видів палива й енергії, які можуть бути використані для виробництва продукції.

Для кожного технологічного способу слід визначити питомі витрати енергетичних ресурсів. Після цього знаходять суму грошових витрат на паливо й енергію в обсязі заданого виду продукції.

4.1.2 Управління енергією

Ефективна енергетична програма має бути спрямована на зменшення використання викопного палива зі збереженням якості існуючих виробничих процесів.

Енергія використовується в промисловості для забезпечення хімічних реакцій, виробництва продукції, для приводів вентиляторів, насосів тощо. У більшості випадків енергія може бути використана більш раціонально. Це означає, що ми можемо забезпечити достатній (або поліпшений) рівень енергопостачання виробництва при загальному зниженні споживання енергії. Цілком реально використовувати менше енергії й одночасно підтримувати якісне виробництво й гарні робочі умови.

Кожна програма з енергоефективності має починатися із чіткої стратегії, чого компанія хоче досягти в області використання енергії. Виходячи зі стратегії, визначаються цілі й завдання програми.

Наступна стадія полягає в проведенні енергоаудиту. Він визначить, де перебуває компанія згідно з поставленими цілями, і виявить заходи, які потрібно почати для їхнього досягнення.

Для моніторингу процесу досягнення поставлених цілей необхідно мати систему вимірювання й оцінювання використання енергії. Системи енергоменеджменту надають таку можливість, більше того, вони можуть стати системами, в рамках яких буде проводитися вся робота з ефективного використання енергії. У багатьох сенсах системи енергоменеджменту подібні до систем екологічного менеджменту (CEM). Тому для багатьох компаній шлях до впровадження CEM і до відповідності вимогам міжнародних стандартів, таких, як ISO14001 або EMAS (Програма Європейського Союзу з еко-менеджменту й аудиту), починався із системи енергоменеджменту. Системи енергоменеджменту потребують одних і тих же засобів і методів, але застосовуються вони для обмеженого кола питань. Досвід, отриманий у результаті впровадження систем енергоменеджменту, може бути використаний для розроблення CEM.

Кожна програма енергоефективності потребує інвестицій у технології, починаючи із простих, таких, як ефективне освітлення, і закінчуючи найскладнішими, включаючи заміну виробничих процесів. Для одержання капіталу слід підготувати фінансове обґрунтування проектів. Тому методи оцінювання інвестицій є дуже важливими як для розробників процесів, так і для керівників, а отже, вони не повинні обмежуватися лише фінансовими відділами підприємств.

І, нарешті, дуже важливим є обмін інформацією про програму. Він демонструє інтерес і підтримку керівництвом усієї програми з енергоефективності й забезпечує зворотний зв'язок з працівниками й особами, зацікавленими в просуванні компанії до поставленої мети.

4.2 Системи енергетичного й екологічного менеджменту

У цьому підрозділі розглянемо вимоги систем екологічного менеджменту, описані в Програмі з еко-менеджменту й аудиту. Потім розповімо докладно про систему енергетичного менеджменту, що називається Цільовий енергомоніторинг (ЦЕМ) і яка відповідає основним принципам стандартів, але застосовує їх до питань використання енергії. На основі цього розгляду зможемо зробити висновок, чи є насправді система енергетичного менеджменту необхідним кроком до впровадження системи екологічного менеджменту підприємства.

4.2.1 Програма екологічного менеджменту — EMAS

За останні двадцять років у Європейському Союзі було видано більше трьохсот законів, директив і рішень, пов'язаних із захистом навколишнього середовища. Згідно з Законодавством було здійснено спроби зменшити забруднення навколишнього середовища. Зовсім недавно воно стало розширюватися добровільними програмами. Ці програми передбачають жорсткість мінімальних вимог стандартів і доповнюють законодавство. Програма з Еко-менеджменту й аудиту (EMAS) є такою добровільною ініціативою. Вимог приєднуватися до цих програм не існує, проте вони були прийняті в багатьох галузях промисловості в Європейському Союзі. EMAS визначає орієнтири, з якими компанії можуть порівнювати свої екологічні показники.

Ця програма націлена на об'єднання всіх аспектів роботи компанії в рамках ефективної програми з менеджменту й аудиту. Якщо EMAS потребує багато часу на впровадження, то енергоменеджмент може стати тим невеликим завданням, яке можна спробувати вирішити як частину Програми EMAS досить невеликими зусиллями.

Питання поліпшення енергоефективності традиційно розглядалися лише як технічні вдосконалення. Отже, компанії приділяли увагу лише технологічним аспектам енергоефективності, а не питанням управління. Навпаки, енергоефективність має бути інтегрована в щоденну практику управління виробництвом.

Програма з еко-менеджменту й аудиту є документом Європейського Союзу, що надає стандартизовану систему моніторингу, за допомогою якої виробничі компанії можуть повністю інтегрувати екологічний аспект у свою практику керування.

Основні характеристики:

- рішення керівництва й усього персоналу поліпшувати екологічні показники;
- розуміння, що прийняття політики, установлення цілей і завдань, проведення вимірів під час аудиту, аналіз не є кінцевим пунктом призначення.

Основні елементи:

- екологічна політика — основний документ для досягнення вимог стандарту;
- організація й персонал — необхідний розподіл обов'язків;
- екологічний вплив — організації повинні мати можливість оцінити свій екологічний вплив на навколишнє середовище;
- екологічні цілі й завдання — стандарт вимагає, щоб були поставлені цілі й завдання;
- програма екологічного менеджменту — організації повинні мати програму для досягнення цілей і завдань;
- управлінські інструкції й документація — організації мають розробити й дотримуватися інструкцій щодо екологічної політики, цілей, завдань, а також включати розподіл посад і обов'язків, взаємодію між елементами системи, документацію й управління;
- оперативний контроль — слід визначити відповідальність керівників за ті ділянки, які можуть вплинути на екологічну ситуацію;
- реєстрація в системі екологічного менеджменту — система реєстрації необхідна для підтвердження того, що система працює і організація може продемонструвати свою відповідність законодавству;
- екологічний аудит — організувавши систему й налагодивши її роботу, необхідно провести аудит, щоб визначити, як ефективно вона здійснює екологічну політику організації;
- перегляд — вся система екологічного менеджменту має переглядатися через певні інтервали, щоб гарантувати, що вона, як і раніше, залишається прийнятною й ефективною, і, якщо необхідно, вона має бути адаптована до нових вимог законодавства.

Програма EMAS розроблена, щоб стимулювати компанії здійснювати позитивний підхід до екологічного менеджменту, а не лише чекати й реагувати на екологічне законодавство. Такий підхід дасть більші результати, якщо програма EMAS буде прийнята добровільно й з ентузіазмом. Законодавство встановлює мінімальні вимоги щодо охорони суспільства й навколишнього середовища, а програма EMAS розширює їх, забезпечуючи визнання тим компаніям, які встановлюють свої власні цілі й завдання й самостійно вирішують продовжити роботу в цьому напрямку.

4.2.2 Переваги EMAS

Гарний екологічний менеджмент є частиною гарного загального менеджменту, а програма розроблена для того, щоб принести вигоди тим компаніям, які беруть у ній участь. Вони включають таке:

- **зменшення негативного впливу на навколишнє середовище:** система екологічного менеджменту й безперервний моніторинг допоможе компанії зменшити свій негативний вплив на екологію;

- **поліпшення послуг:** екологічні питання важливі при наданні послуг споживачам. Програма EMAS допоможе переконати споживачів у тому, що екологічний вплив компанії на навколишнє середовище береться до уваги в усіх видах її діяльності;

- **економія фінансових засобів:** допомагаючи компаніям визначати й скорочувати відходи, а також збільшувати ефективність використання ресурсів, ця програма допомагає скорочувати витрати;

- **поліпшення загального керівництва:** гарний екологічний менеджмент є частиною гарного загального керівництва. За допомогою програми EMAS можна поліпшити методи керівництва, наприклад, установивши систему Цільового моніторингу, тим самим поліпшити роботу всієї компанії;

- **безпека контрактів:** усе більше й більше компаній розробляють свої власні екологічні політики. Ці політики мають відношення не тільки до самих компаній, але також і до їхніх постачальників. У майбутньому компанії збираються наполягати на тому, щоб постачальники могли підтвердити свою відповідність вимогам законодавства, включаючи EMAS. Отже, для сприяння бізнесу від компанії можуть зажадати, щоб вона пройшла відповідну реєстрацію;

- **єдиний підхід:** за допомогою програми EMAS можна здійснювати системний підхід до екологічного менеджменту в усій компанії. Це також дозволить більш ефективно використовувати обмежені ресурси;

- **демонстрація твердого рішення:** впровадження цієї програми продемонструє й споживачам і громадськості те, що компанія чітко й твердо вирішила поліпшувати свій екологічний вплив;

- **відповідність законодавству:** компанії будуть мати незалежну систему аудиту, що буде гарантувати відповідність менеджменту вимогам європейського законодавства й у майбутньому;

- **конкурентні переваги:** якщо ви зможете показати, що маєте реєстрацію EMAS, це дасть вам конкурентні переваги перед тими компаніями, які її не мають.

Переваги, які дає участь у програмі EMAS, є не лише екологічними, вони також можуть принести користь бізнесу в цілому. Це видно на прикладі великих компаній, які мають великий штат співробітників, що займаються екологічним менеджментом і законодавством. Вони використовують ресурси компанії на екологічний менеджмент не тільки

через екологічне законодавство, але й тому, що це дає гарні результати для бізнесу. Компанії приймають правильне рішення, коли вирішують інвестувати в екологічний менеджмент.

Проте, указавши багато переваг, потрібно визнати, що існують також і втрати часу й ресурсів, необхідних для впровадження EMAS.

4.2.3 EMAS і енергія

Якщо компанія бажає пройти реєстрацію EMAS для того, щоб поліпшити свої екологічні показники, то першим найбільш керованим питанням може стати поліпшення використання енергії в рамках програми EMAS. Аспекти енергоменеджменту пов'язані з багатьма положеннями програми з Еко-менеджменту й аудиту. Їх можна коротенько викласти в такий спосіб:

1. Прийняття політики з метою поліпшення енергетичних показників компанії. Весь персонал організації повинен бути ознайомлений з нею й підтримувати її. Також мають бути чітко визначені люди, відповідальні за здійснення цієї політики, і вони повинні мати відповідні повноваження й ресурси.

2. Енергетичний аудит. Необхідна докладна інформація про енергоспоживання. Вона має відбивати все енергоспоживання по кожному окремому процесі, наявному на підприємстві, у порівнянних одиницях енергії й на одиницю продукції. Необхідно розрахувати пов'язані з цим витрати й потенційну економію.

3. Здійснення енергетичної програми. Необхідно установити цілі й строки виконання програми. Система менеджменту має бути визначена, щоб гарантувати виконання енергозберігаючих заходів.

4. Енергомоніторинг: має бути організована система безперервного моніторингу енергоспоживання у виробничих процесах. Моніторинг енергоспоживання дозволить забезпечити виконання завдань. Необхідно також здійснювати реєстрацію даних.

5. Енергетична політика. Успіх енергетичної політики має стати доступним для широкої аудиторії як в організації (щоб допомогти мотивувати персонал), так і за її межами (для просування компанії).

6. Останній аспект EMAS: подання й твердження екологічної політики, програми, системи менеджменту й процесу аудиту не будуть доречні, якщо ви розглядаєте тільки енергетичні показники компанії. Це знадобиться, якщо ви хочете пройти реєстрацію за програмою EMAS. Реєстрація буде включати всі функції енергоменеджменту, а також виконання більш широких екологічних положень.

4.2.4 Енергетичний аудит

Енергетичний аудит можна розділити на три чіткі стадії: підготовку, власне аудит та висновки.

Підготовка аудиту

Група аудиту потребує компетентних людей — працівників підприємства або зовнішніх консультантів — з відповідною технічною підготовкою для повного розуміння процесів, що підлягають аудиту.

Далі визначаються підрозділи, в яких проводиться аудит, і інформуються їх керівники, які мають надати групі аудиту попередню інформацію про процес і місцезнаходження устаткування, а також про людей, які будуть надавати дані. Типові попередні дані включають таку інформацію:

- дані лічильників для кожного енергоресурсу за певний проміжок часу. Це мають бути щотижневі або щомісячні дані хоча б за один рік;
- дані про обсяг виробництва й використання сировинних матеріалів за той же період часу;
- проектна схема виробничого процесу, що показує основні стадії виробництва, параметри процесу (температура, тиск, витрата, стан);
- список установлених вимірювальних приладів і чи реєструються обмірювані параметри постійно;
- список основного встаткування (для електроприводів це може бути перелік потужностей основних двигунів, для споживачів тепла це може бути проектна продуктивність теплообмінників тощо).

Аудит

Відвідування підприємства включає бесіди з персоналом і перегляд реєстраційних журналів, огляд приміщень і встаткування. Також може знадобитися обстеження окремих процесів або встаткування. Можливо, буде потрібне установлення тимчасового вимірювального встаткування й тестування роботи.

Технічні цілі полягають у встановленні, де в технологічному процесі використовується енергія, як багато і яким чином її споживають.

Нетехнічні цілі включають організацію й управління виробничим процесом для контролю енергоспоживання. Ефективність процесів визначається за тим, як виконуються цілі енергетичної політики.

Ознаки поліпшення енергоефективності, які розглядаються в першу чергу:

1. Зменшення використання енергії. Визначають мінімальну кількість енергії, необхідну для роботи. Порівнюють дійсне енергоспоживання з мінімальним і визначають зміни, які приведуть до зменшення дійсного енергоспоживання до мінімуму.

2. Ефективність енергопостачання. Розглядають розподільні мережі, які постачають енергію. Визначають зміни в них, які забезпечать мінімальні втрати при постачанні необхідної енергії.

3. Ефективність виробництва енергії. Визначають зміни у виробництві енергії для постачання енергії з високою ефективністю.

Висновки

Після аналізу всієї інформації складають перелік виявлених можливостей і роблять висновки, які безпосередньо відповідають цілям поліпшення енергоефективності. Останнім кроком є здійснення заходів. Тут необхідно скласти план заходів для всієї компанії, який має визначити зміни в кожному процесі, виробництві енергії або системі постачання, а також витрати й планований прибуток. Точність розрахунку має бути достатньою для визначення пріоритетних заходів. У деяких випадках можуть знадобитися більш детальні розробки проектів, які виходять за рамки енергоаудиту.

4.2.4 Система енергомоніторингу

Упровадження цільового енергомоніторингу (ЦЕМ) припускає виконання частини вимог програми EMAS, а саме систематичного моніторингу енергоспоживання у виробничих процесах і співвіднесення цих даних із цільовими показниками, які у свою чергу пов'язані з обсягом виробництва або іншим важливим виробничим показником. ЦЕМ також включає роботу, що необхідна у відповідь на отриману в результаті моніторингу інформацію, і таким чином вона включає елементи енергоаудиту й здійснення програми заходів.

Для впровадження ЦЕМ необхідно виконати такі етапи:

1. **Моніторинг:** моніторинг споживання енергії за допомогою підобліковувачів, установлених на певних ділянках або встаткуванні, які називаються енергообліковими центрами (ЕОЦ). Звітний період для великих підприємств становить один тиждень.

2. **Мета:** визначення рівня цілей для кожного ЕОЦ шляхом установлення взаємозв'язку між використанням енергії й виробничим показником, наприклад, обсягом випущеної продукції на виробничій лінії або градусо-днями для опалення. Цілі мають бути реалістичні. Якщо їх можна досягти занадто легко, люди не будуть прикладати зусилля, якщо ж їх важко досягти, то люди будуть розчаровані. В обох випадках вони не будуть мати мотивів, що не сприяє успіху ЦЕМ.

3. **Аналіз:** організація постійної, у багатьох випадках щотижневої системи звітів, що надає дані вимірів по кожному ЕОЦ і визначає відхилення фінансової економії або збитків. Відхилення змушує виконати аналіз і подальші дослідження, а потім вжити заходів.

4. **Облік:** зробити людей відповідальними — це вірний спосіб гарантувати їхню рішучість діяти.

5. **Група енергоменеджменту:** організація групи фахівців, які будуть зустрічатися для обговорення шляхів поліпшення роботи й проведення необхідних мір. Крім того, постійний зворотний зв'язок забезпечить високу інформованість і поліпшить мотивацію.

6. **Заходи:** вживання заходів щодо зменшення витрат енергії. У системі ЦЕМ виявлення заходів, які не потребують зовсім або потребують малих витрат, є основною метою. Крім того, ЦЕМ дає також ідеї, інформацію й зворотний зв'язок для інвестицій, які потребують великих витрат.

Після організації системи звітів необхідно налагодити роботу зі здійснення заходів. Це критичний елемент системи, оскільки просто установлення інформаційної системи не призведе до економії, поки хто-небудь не почне що-небудь робити.

Використання цільового енергомоніторингу надає такі вигоди:

- кращий контроль використання енергії, поінформованість про витрати й рішучість поліпшувати ефективність використання енергії;
- гарна управлінська інформація для прийняття виробничих і комерційних рішень і для прогнозування майбутнього бюджету для енергоресурсів;
- зменшення енерговитрат становить близько 10%, але іноді досягає 25%. Воно досягається поліпшенням використання енергії без значних капітальних витрат і при існуючому робочому навантаженні;
- більше інформації про шляхи ефективного використання енергії й економії витрат, які можна досягти шляхом поліпшення робочої практики або інвестування в енергоефективність;
- зменшення рахунків на оплату за енергоресурси шляхом капітальних інвестицій у заходи з поліпшення ефективності;
- надійніша процедура оцінювання дійсної економії енерговитрат і прибутку на інвестицію в енергоефективність.

4.2.5 Поліпшення роботи

Існує два шляхи подальшого поліпшення використання енергії, які можна застосувати в промисловості і які пов'язані з цільовим енергомоніторингом. Це стосується мінімізації й повторного використання відходів сировини, матеріалів і води.

Контроль використання води

Хімічне виробництво використовує велику кількість чистої води. Витрати на воду також, як і витрати на енергоресурси, у цей час підлягають більш ретельному контролю й моніторингу. Проте існують значні можливості щодо постійного зменшення витрат. Дуже часто фінансова економія від скорочення споживання води є більшою, ніж економія від скорочення споживання енергії.

Методи енергоменеджменту часто застосовуються для контролю використання води, а робота з економії використання води завжди є відповідальністю інженера-енергетика.

Мінімізація відходів

Цей підрозділ у першу чергу присвячено енергоефективності, а зменшення відходів також зменшить енергоспоживання, оскільки менше

відходів означає, що менше енергії використовується для оброблення відходів і менше енергії для виробництва цільової кількості продукції. Ефективна політика мінімізації відходів аналогічна ефективній енергетичній і екологічній політиці.

Проекти з мінімізації відходів на підприємстві може принести істотні переваги, а саме:

1) скоротити виробничі витрати, витрати на моніторинг і оброблення відходів, розвантажувально-навантажувальні роботи, транспортування й розміщення відходів, витрати на сировину, витрати на енергоресурси й відходи, витрати по довгостроковій екологічній відповідальності й страхувці, ризики розливів і аварій;

2) поліпшити загальну ефективність роботи, прибуток від продажу відходів для повторного використання, охорону праці й техніку безпеки, імідж підприємства в очах зацікавлених осіб і громадськості.

Багато підприємств продемонстрували, що проекти з мінімізації відходів діють і приносять значні фінансові й екологічні вигоди.

Основним засобом для розроблення стратегії щодо мінімізації відходів є систематичний аудит вироблених відходів. Він допоможе визначити:

- вид і місце утворення відходів;
- витрати, пов'язані з цими відходами, і віднесення витрат на відповідні підрозділи;
- цілі зі зменшення відходів, які повинні бути реалістичні, а також мають відповідати іншим цілям підприємства;
- можливості подальшого виключення виробництва відходів, повторного використання матеріалів або продажу інших вироблених відходів;
- поліпшення знань працівників про заходи щодо зменшення відходів;
- розроблення більш ефективної системи моніторингу.

Аудит мінімізації відходів допоможе визначити можливості подальшого зменшення їх кількості. Ці можливості потім можуть бути оцінені з погляду технічного й економічного ефекту для підприємства.

4.2.6 Подолання економічних і фінансових бар'єрів інвестицій

Для подолання фінансових бар'єрів було організовано енергосервісні компанії й фінансування третьої сторони. Здійснюючи інвестиції в енергоефективність у рамках контрактів з енергоменеджменту, контрактор зможе фінансувати впровадження необхідних заходів із наступної річної економії енерговитрат. Проте для цього необхідним є первісний інвестиційний капітал. Існують компанії, які надають такий капітал на підставі того, що погашення буде можливим з накопиченої суми економії, отриманої в результаті інвестування в енергоефективність. Такі схеми фінансування третьою стороною особливо популярні для заходів з порівняно високими витратами й коротким періодом окупності.

Прикладом є установлення устаткування для когенерації тепла й електрики.

Організовано також енергосервісні компанії. Ці компанії не просто поставляють енергоресурси (наприклад, нафта, газ, вугілля, електрика). Вони надають енергетичні послуги (енерго- і теплопостачання, світло). Промисловість не хоче, зокрема, купувати енергію, вона хоче купувати енергетичні послуги. Тому енергосервісні компанії могли б надавати допомогу підприємствам, роблячи більш ефективним постачання тепла, світла і електричної енергії. Компанія могла б поставляти гарячу воду (вироблену ефективними казанами або установками когенерації), а не просто поставляти газ або нафтопродукти. Таким чином, енергосервісна компанія бере на себе перетворення енергоресурсів (наприклад газу) в енергетичні послуги (тепло) для підприємства. Оскільки така схема є досить новою для Європейського Співтовариства, дуже ймовірно, що вони одержать широке поширення в наступні роки.

Фінансування третьої сторони є простим і потужним засобом фінансування енергоефективності. Інвестор надає фінанси для інвестування в проекти, які довели, можливо, за допомогою енергоаудиту, що вони забезпечать скорочення витрат на енергію. Третя сторона буде одержувати повернення засобів із сум, зекономлених на енергії, а графік виплат буде пов'язаний із планованою економією в часі. Одержання чистого прибутку відбувається завдяки змінам у компанії. Це просто й легко, але усе ще порівняно незвично.

4.3 Інфраструктура ринку енергозбереження

Одним з першочергових напрямків при створенні територіального ринку енергозбереження є забезпечення умов для розвитку інфраструктури енергозбереження. Ці умови створюються як на державному, так і регіональному рівнях.

Законодавче закріплення в Україні енергозберігаючої політики знайшло своє відбиття в Законі України «Про енергозбереження» та інших законодавчих актах, у яких викладено певні правові, економічні й соціальні основи раціонального використання й економії паливно-енергетичних ресурсів підприємствами, об'єднаннями й організаціями, розташованими на території України, незалежно від їхньої підпорядкованості й форм власності.

Державне керування в сфері енергозбереження, спрямоване на створення умов для ефективного й ощадливого використання палива й енергії, здійснює Кабінет Міністрів України й уповноважений їм орган — Держенергоефективності України. Це агентство створено для проведення державної політики енергозбереження, керування енергозбереженням, реалізації цієї політики на практиці.

Разом з тим система енергозбереження на державних, регіональних, відомчих рівнях і на рівні споживача буде працювати ефективно тільки за наявності інфраструктури енергозбереження.

Інфраструктура енергозбереження створюється й розвивається одночасно зі становленням системи керування. Це динамічний процес і він буде розвиватися залежно від рівня роботи з енергозбереження. Інфраструктура має забезпечити весь комплекс робіт з проведення політики енергозбереження, забезпечувати умови існування ринку енергозбереження, всі інтереси постачальників і споживачів паливно-енергетичних ресурсів.

Органи державного керування енергозбереженням:

- Кабінет Міністрів України;
- Державне агентство з енергоефективності й енергозбереження України;
- Антимонопольний Комітет України;
- Державна інспекція України з енергетичного нагляду за режимами споживання електричної і теплової енергії;
- Державна екологічна інспекція України.

Крім того, у галузевих міністерствах та інших центральних органах виконавчої влади, до сфери керування яких входять підприємства й організації, які займаються одержанням, переробленням, перетворенням, транспортуванням, зберіганням, обміном і використанням паливно-енергетичних ресурсів, створено підрозділи з енергозбереження. Аналогічні підрозділи сформовано при органах виконавчої влади на регіональному рівні.

Для інженерно-інформаційного забезпечення ринку енергозбереження формується система інжинірингових і консалтингових фірм, що включає як державні, так і частки підприємства й організації. Формувати регіональну політику на ринку покликаний обласний центр енергоефективності, який створюється при обласній адміністрації. Наукове забезпечення повсюдного розвитку енергозбереження покладено на науково-дослідні організації, що спеціалізуються на створенні енергозберігаючих технологій. Інжинірингові фірми вирішують завдання енергетичного аудиту, менеджменту, розроблення питомих норм витрат енергоресурсів, оформлення енергетичних паспортів споживачів енергоресурсів, а також підготовки стандартів з енергозбереження й нормативів витрат паливно-енергетичних ресурсів. Технічне забезпечення регіонального ринку енергозбереження забезпечується фірмами з упровадження енергозберігаючих технологій різного профілю (електродвигунів з регульованим числом обертів, теплових насосів, нетрадиційних джерел енергії тощо), фірмами з підвищення ефективності енергопостачання, а також будівельних, монтажних і пусконаладжувальних організацій.

Структура системи керування енергозбереженням на рівні споживачів паливно-енергетичних ресурсів містить такі елементи:

- підрозділи або фахівці з енергоаудиту й енергоменеджменту;
- підрозділ обліку енергоресурсів;
- підрозділи або фахівці з розроблення питомих норм витрат паливно-енергетичних ресурсів на випущену продукцію або зроблені послуги;
- програмно-комп'ютерні центри енергомоніторингу;
- підрозділи або фахівці з підготовки кадрів і навчання енергозбереженню.

Фінансове забезпечення ринку енергозбереження покладено на державний і регіональні фонди енергозбереження, а також на систему інвестиційних банків, інноваційних фондів, страхових і лізингових компаній. Фінансування заходів щодо енергозбереження безпосередньо на підприємстві здійснюється зі спеціального фонду енергозбереження.

5 РЕСУРСИ, РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ

5.1 Ресурси підприємств

5.1.1 Класифікація виробничих ресурсів

Виробничі ресурси містять усі виробничі фонди, науковий потенціал, трудові й природні ресурси, які залучені або можуть бути залучені у виробничий процес. Загальна ознака всіх ресурсів, таким чином, — можливість їхньої участі у виробничому процесі підприємства. При цьому слід пам'ятати, що не всі ресурси можуть знаходити своє безпосереднє відображення в кінцевому виробі. Більшість використовуваних ресурсів, як правило, є лише його проміжними учасниками, що забезпечують його безперервність, ритмічність і цільовий характер.

Природні ресурси Землі поділяються на дві великі групи — матеріальні й соціальні. Перша група містить усі ресурси планети, виражені в матеріальному вигляді. Друга група — ресурси, які принципово не можуть бути упередметнені, однак можуть бути реалізовані у виробничому процесі. Носієм цього виду ресурсів є людина. У процесі праці ці ресурси дозволяють не тільки виконувати вже відомі прийоми праці й технологічні операції, але й розвивати їх, найчастіше винаходячи нові, невідомі раніше. Таким чином, соціальні ресурси сприяють прогресу виробничих процесів.

За іншою класифікацією всі ресурси поділяють за їхньою здатністю самостійно відновляти свою суть. Усякий ресурс під час його використання людиною неминуче втрачає свою здатність виконувати покладену на нього функцію. Для прикладу розглянемо такий широко застосовуваний людиною ресурс, як воду. Вода використовується людиною в безлічі технологічних процесів як універсальний розчинник; енергоносіє; середовище для виробництва фізико-хімічних процесів тощо. У кожному із цих процесів вода втрачає свою властивість, завдяки якій вона може бути

використана, наприклад, вода з розчиненими в ній домішками вже не може використовуватися як розчинник.

Усякий ресурс може бути відновлений за рахунок проведення яких-небудь процесів, природних або штучних. Відновлюваним вважається той ресурс, процес поновлення якого в природі відбувається циклічним чином самостійно, без переважаючої участі людини. Такі цикли поновлення відомі в екології — круговорот води в природі, дихання і фотосинтез та ін.

Віднесення водних і біологічних ресурсів до відновлюваних є певною мірою умовним. Дійсно, у кількісному відношенні кругообігом води в природі водні ресурси відновлюються, однак при цьому може не відбуватися поновлення їхньої якості й тимчасового режиму. Те ж можна сказати й стосовно біологічних компонентів природи. Відомо, що багато організмів, які існували в минулому, нині зникли з поверхні Землі, а їхні екологічні ніші зайняли інші види. Таким чином, можна говорити про поновлення (відтворення) органічної речовини Землі в цілому, однак при цьому може відбуватися зниження біологічної різноманітності. Тому не випадково, зберігши біологічні ресурси в категорії відновлюваних, генетичний фонд, що належить вже до окремих популяцій організмів, розглядається як ресурс, обмежено відновлюваний.

5.1.2 Періоди природокористування

Поява людини в історії біосфери займає таке ж місце, як великі катаклізми в масштабах геологічного часу, під час якого докорінно змінюється тваринний і рослинний мир планети. Цей короткий період діяльності людини виділяється геологами в антропоген, який доводить той факт, що людина стала провідним фактором, який впливає на природу Землі й радикально змінює лик планети.

Аналізуючи результати, масштаб і наслідки використання природних ресурсів, правомірно виділити чотири періоди взаємодії людини із природою.

Перший період природокористування охоплює еру примітивної культури й первісно-общинного укладу життя до початку землекористування.

Перші люди жили за рахунок збору плодів, їстівних рослин і тих тварин, яких вони могли ловити. Винахід знарядь дозволив займатися полюванням практично на всі види тварин і риболовлю, діяльність людини ставала більш хижацькою. На цій стадії людина невіддільна від навколишнього середовища й повністю від нього залежить. Зміни в середовищі, які визначають кількість необхідної їжі, змушують її пристосовуватися до даних умов або шукати інші місцеперебування. Хижацька діяльність повинна була обмежуватися саморегулюванням, подібним тому, що існує у світі тварин між хижаком і здобиччю.

Знаходження в похованнях півночі й сходу Сибіру спільно костей мамонтів, шерстистих носорогів і деяких інших великих тварин, що жили на широких просторах північних рівнин, указує, що й там люди активно на них полювали й могли сприяти їх вимиранню.

Великі поховання кісткових останків коней було виявлено у Франції, у провінції Бургундія. Зустрінуті там же гострі кремінні знаряддя не залишали сумнівів в антропогенній природі цього поховання. Знавець льодовикового періоду американський геолог Р. Флінт також думав, що вимирання багатьох тварин як у Європі, так і в Північній Америці були результатом активного полювання первісної людини, оскільки немає фактів, що свідчать про кліматичні або топографічні причини їхнього вимирання.

Розвиток людини відбувався завдяки вдосконалюванню знарядь праці, нехай спочатку кам'яних і досить примітивних. Відомі знахідки таких «виробничих майстерень», де виготовлялися кремінні знаряддя або добувалися кремені для їхнього виробництва. Ще більш древні розробки кременів відомі на лівому березі р. Ніл. Первісна людина, маючи вогонь — знаряддя величезної сили, могла змінити природну рівновагу на великих просторах.

Для північноамериканських індіанців улюбленою дичиною був бізон. Вони, знаючи всі звички цієї тварини, навмисне підпалювали ліс, звільняючи місце для трав'янистих співтовариств. Дійсно, поширення північноамериканських прерій ніяк не можна пояснити жодними кліматичними й іншими природними умовами.

Полювання й кочовий спосіб життя виробляли в людей свою систему цінностей, світогляд, оснований на почутті єднання із природою. Життя в суворих умовах потребувало знань про природні закономірності й велике мистецтво виготовлення знарядь полювання й предметів одягу й побуту. Як видно, уже в ті часи, люди мали деякі уявлення про закони механіки, необхідні для виготовлення самострілів, луків та інших предметів.

Другий період природокористування відповідає часу від початку землекористування (приблизно VIII - VII ст. до н.е.) до становлення промислового виробництва (XIX ст.).

В екологічному відношенні це період активного залучення в сферу використання всіх нових земель, скорочення лісових масивів, інтенсивного використання іригації й поливного землеробства. Саме тоді було створено передумови до глобальних перетворень ландшафтів, переважно в аридній і семиаридній зонах Землі, де кліматичні умови життя й оброблення ґрунту найбільш сприятливі, а екологічні наслідки землеробства — найбільш відчутні.

Первісне землеробство ґрунтувалося на вирубно-вогневій системі. При цьому ґрунт швидко виснажується буквально за два роки і земля стає непродуктивною, тому люди були змушені покидати ці ділянки й переселятися. У результаті відбувався процес скорочення лісів і

природна рівновага змінювалася на користь сонцелюбних і стійкіших до вогню видів.

Крім поверхневих вод, в описуваний період почалося активне використання вод підземних, причому не тільки джерел, що виходять на поверхню, але й відносно водоносних обріїв, що глибоко залягають.

Звичайно, під антропогенним пресом перебувала не вся поверхня Землі й до епохи великих відкриттів значна частина земної кулі практично залишалася не порушеною діяльністю людини. Скорочення лісових масивів, неминуче при звільненні земель, потрібних хліборобам, підсилювалося також і тим, що деревина в ту пору була єдиним джерелом обігріву жител, широко використовувалася для будівництва флотів, бурхливий розвиток яких почався ще задовго до настання нашої ери й тривало доти, поки дерев'яні судна не поступилися місцем металевим.

Деревним вугіллям користувалися люди й при плавленні металу. Відомі тексти на глиняних табличках, що відносяться до 1728 - 1688 рр. до н. е., у яких вавилонський правитель вимагав зрубати 7200 дерев і зробити це швидко, оскільки ливарі залишилися без роботи. Згодом ліс став необхідним у промисловості для перших кузень.

Надалі використання кам'яного вугілля як палива за відсутності очисних або димовловлюючих конструкцій на димарях, очисних споруджень на випусках стічних вод господарчо-побутового й промислового забруднення призвели до швидкого, хоча ще локального, забруднення атмосферного повітря, виникнення в містах отруйних смогів, забруднення річкових вод і скорочення в ріках рибних ресурсів, деградації рослинного покриву. Ці пагубні явища охопили, у першу чергу, гірничопромислові райони Великобританії й Центральної Європи, а потім деякі райони США.

Все це свідчить про зростання навантаження на природне середовище й природні ресурси як в абсолютному вираженні, так і стосовно різноманіття цих впливів. Проте загальна спрямованість цих впливів залишається орієнтованою на розширення культурних ландшафтів — земель, що використовуються як рілля й пасовища. Це посилення навантаження на природні ландшафти призвело до виникнення й розвитку процесів перетворення на пустелю: засолення земель і ерозії ґрунтів, аж до утворення рухливих пісків. Наскальні малюнки, виявлені в центральній частині пустелі миру — Сахари, на яких зображено сценки полювання за дикими тваринами, що живуть у лісостеповій зоні, указують на те, що процеси перетворення на пустелю відбулися тут уже на пам'яті й, імовірно, під впливом людини. Історія знає безліч прикладів варварського руйнування іригаційних систем, що призводили до міграції й вимирання етносів, руйнування культурних ландшафтів і накопичених цінностей культури й науки, утворення пустель на колись квітучих оазисах життя, що практично не піддаються відновленню. Така доля багатьох іригаційних систем Середньої й Малої Азії.

Таким чином, у деградації й зміні величезних районів світу, і головним чином районів Середземномор'я, Південно-Східної Азії й Нового Світу, що відбулися задовго до настання промислової цивілізації, винні скотарі й хлібороби.

Тим часом усе більше протистояння ставало між природою й людиною, усе більше трагічні наслідки цього протистояння потребували осмислення й у чомусь — виправдання.

Третій період природокористування пов'язаний з винаходом парового двигуна й розвитком промислового виробництва (XIX - XX ст.).

Принципова відмінність третього періоду природокористування від другого — наявність двигуна, що дозволяє використовувати сконцентровану в надрах Землі енергію кам'яного вугілля, нафти, газу, радіоактивних елементів, що викликало різке зростання енергетичних можливостей розвитку людства.

З розвитком гірничодобувних і переробних галузей промисловості почався процес перерозподілу хімічних елементів у земній корі, порушення геохімічного балансу на її поверхні. Геологічний вплив людини на поверхню Землі стає могутнім фактором, що за своїми наслідками можна зіставити з ходом природних геологічних процесів.

Оранка території Великих американських рівнин, що характеризуються нестійким посушливим кліматом, дорівнює, як і посилення експлуатації земель як пасовища, призвело до масового розвитку водної й вітрової ерозії. На колосальній площі Великих Північноамериканських рівнин землі втратили свою продуктивність і не піддаються відновленню. Подібні явища спостерігалися в Австралії, Греції, Лівані, Іспанії, Туреччині, де руйнування ґрунторослинних комплексів було пов'язане з непомірним випасом худоби.

У результаті грубого вторгнення людей-колонізаторів зникла або передчасно вимерла велика кількість видів тварин і рослин, змінилися місцеперебування за рахунок збезлісення або систематичного осушення заболочених місць. Процеси, які відбувалися в Європі й Азії сторіччями, в Америці й Африці відбувалися за десятиріччя. Ці події, з погляду біолога, мали катастрофічний характер. Для колонізаторів дика природа була ворогом, якого потрібно було перемогти, а багатства природних ресурсів здавалися невичерпними.

Для Нового Світу й особливо островів негативну роль відіграло привнесення в їх екосистеми видів, їм не властивих. Найбільше постраждала від інтродукції нових видів Австралія, населена досить специфічною, властивою тільки цьому континенту фауною. У вимиранні багатьох видів, розрідженню популяцій місцевих видів також відіграли свою роль нічим не обмежене полювання, розорювання земель і перетворення їх на пасовища для овець.

Здавна люди вважали, що багатства морів і океанів невичерпні, але зрештою це переконання призвело до того, що їхні ресурси стали

експлуатувати без усякої міри й тим інтенсивніше, чим досконаліше ставала техніка, яку мала людина.

Найголовнішим, зазвичай, є добування риби. Кількість риби, що добувається, досягла неймовірної цифри й небезпека надмірної експлуатації морів й океанів виявилася останнім часом. Особливо трагічною є доля багатьох морських ссавців.

Розширення й удосконалювання виробництва відбувалося на тлі безперервної його концентрації в промислових районах, зростання населення в містах, що обслуговують промислові комплекси, які розвиваються. Продовжують інтенсивно розвиватися процеси урбанізації.

Наслідки прогресивно наростаючого навантаження на природні ландшафти — забруднення повітря, води й ґрунтів, активізація ерозійних процесів, руйнування й зниження родючості орних земель, їхнє засолення й перетворення на пустелю великих просторів — не могли не викликати занепокоєння прогресивної громадськості, технічної й творчої інтелігенції.

Гігантськими темпами зросли видобуток і транспортування нафти й газу. Нафта стає одним з основних, а згодом — основним енергоносієм, основою розвитку нового напрямку в одержанні різноманітних речовин, не властивих природі, — нафтохімії. Транспортування й перероблення нафти викликає прогресуюче й досить небезпечне для біологічних об'єктів забруднення природного середовища, спочатку на континентах, а потім — океанічних просторах. Численні аварії з танкерами, нафтовими платформами, нафтопроводами, нафтовими свердловинами, у тому числі на узбережжях морів і в шельфовій зоні, призводили до катастрофічних витоків нафти, її викиду на морські узбережжя, у зони концентрації морських організмів, досить чутливих до складу прибережних вод.

Істотно зростають темпи будівельних робіт і, відповідно, необхідність забезпечення їх будівельними матеріалами, у першу чергу — мінеральними: піском, глиною, вапняком для виробництва цементу й вапна, гіпсом і ангідритом, будівельним і облицювальним каменем.

Відбувається поступове відпрацьовування найбільш багатих руд і перехід до усе більш бідних, видобуток яких потребує перероблення все більших мас кам'яного матеріалу для одержання тих же кількостей корисної продукції — металу.

Залучення до сфери експлуатації родовищ із низьким умістом коштовного компонента й комплексна переробка руд змусили переглянути питання про вичерпність багатьох видів мінеральної сировини. Не меншого значення в цей період набули зміни ландшафтів, викликані гірськими розробками. Поряд з підземними розробками розвиваються відкриті гірські роботи, що характеризуються значною глибиною (у межах 500 і більше метрів) і площею, яка вимірюється тисячами квадратних кілометрів. Гірські маси, що витягаються з надр, настільки великі, що змінюють природні ландшафти на гірничопромислові.

Перерозподіл гірської маси на поверхні землі у зв'язку з видобутком твердих корисних копалин, добування з надр нафти, газу й підземних вод, будівництво міст і промислових центрів і водних мас при заповненні водоймищ породили техногенні опускання земної поверхні на територіях традиційних нафтових промислів і в межах міст, а також гравітаційні напруження в земній корі, які в окремих випадках звільнялися землетрусами.

Перероблення значних кількостей сировинних матеріалів, переміщення й транспортування всякого роду продуктів промислового й сільськогосподарського виробництва, будівельних матеріалів і конструкцій, енергоносіїв потребували залучення у виробництво величезних енергетичних ресурсів.

У промисловості провідного значення набувають такі галузі, як кольорова й чорна металургія, нафтохімія й хімія, будівельна індустрія.

Повсюдним активним забруднювачем природного середовища стають автомобільний транспорт, а також різного роду пестициди, гербіциди й інші інсектициди, що стимулюють ріст рослин і придушують живі організми, що перешкоджають цьому росту.

Перехід сільського господарства з органічних добрив на мінеральні призвів до розриву природного екологічного ланцюга, перетворив тваринницькі господарства, птахофабрики й ферми на потужні джерела забруднення річок. Чимало цьому сприяло укрупнення господарств, їхній перехід на промислову основу.

Подальший розвиток процесів урбанізації, концентрації населення й виробництва призвело до різкого посилення негативних наслідків навантажень на природне середовище саме на територіях проживання людей у промислово розвинених країнах.

Зовсім нове якісне продовження одержав геохімічний вплив на природу. Він визначається рядом обставин:

1. Синтез безлічі (більше мільйона) речовин, відсутніх у природних умовах і таких, що мають якості, не властиві природним сполукам.

2. Широка мережа продуктопроводів, залізниць і автомобільних доріг, створення якої призвело поряд зі спеціалізацією й інтеграцією виробництва до масового транспортування різноманітної сировини й енергоносіїв з районів видобутку в райони переробки й об'єктивно сприяло перерозподілу потенційних і фактичних забруднень практично по всій поверхні планети, включаючи акваторії морів і океанів. Цьому розсіюванню речовин багато в чому сприяло задимлення атмосфери викидами теплових електростанцій, металургійних, хімічних, нафтоперегінних заводів, автомобільного й авіаційного транспорту. Збільшена потужність, тривалість і кількість викидів хімічних і металургійних комбінатів багаторазово підвищила дальність переносу забруднюючих речовин, призводить до регіонального забруднення великих територій через випадання кислотних дощів.

3. Інтенсифікація виробництва біоресурсів і масове застосування мінеральних добрив та інсектицидів, негативні побічні впливи яких на біологічні об'єкти природного середовища не були досить вивчені або виявилися через десятиліття після початку їхнього застосування.

Під час експлуатації атомних реакторів і наближення строку зберігання радіоактивних джерел різного призначення відбувається нагромадження в біосфері відпрацьованих радіоактивних речовин, включаючи палне атомних реакторів, ліквідація яких викликає значні труднощі й потребує величезних витрат, у тому числі й енергетичних. Сказане стосується й високотоксичних відходів хімічної промисловості, а також накопичених під час холодної війни хімічної і біологічної зброї. Все це має бути ліквідовано, переважно в так званих могильниках або полігонах поховання в надрах платформних структур Землі. Альтернативи їм поки немає, однак організація таких могильників викликає завжди протести населення й екологічної громадськості, що здається цілком природним на тлі нерідкої недбалості при поводженні з цими небезпечними речовинами. До речі, у зарубіжній практиці відомі випадки таємного відправлення й складування високотоксичних відходів у місцях, зовсім для цього не передбачених.

Все це разом узятє багаторазово підсилило техногенні навантаження на природне середовище, призвело до виникнення й розвитку регіональних вогнищ забруднення ґрунтів, рік, прибережних морів. Підвищилася захворюваність людей специфічними хворобами, пов'язаними із забрудненнями середовища важкими металами й різними токсичними сполуками.

Крім промислового й цивільного будівництва чималого екологічного збитку було завдано війнами ХХ сторіччя. Таким чином, сьогодні констатується, що людство за короткий історичний строк, насамперед за ХХ сторіччя, дестабілізувало екосистему біосфери, викликало глобальну екологічну кризу. Прогресуюче погіршення стану навколишнього середовища, небезпека вичерпання не тільки невідновлюваних, але й відновлюваних природних ресурсів, при всіх можливостях науково-технічного прогресу й енергетичного його забезпечення, привернули до екологічних проблем увагу населення, широких кіл фахівців різного профілю, політиків і керівників країн.

Аналіз сучасного природокористування і його екологічних наслідків дозволяє констатувати, що всі ми, жителі планети Земля, є певною мірою заручниками розроблених нами ж технологічних процесів, а величезні потужності й енергетичний потенціал, зосереджений у сучасному виробництві, у подібних умовах схильні виходити за межі регульованих людиною процесів. На цю «штатну» напружену екологічну ситуацію накладаються позаштатні, аварійні, які знову ж через величезні кількості речовини й енергії, що беруть участь в аваріях, нерідко призводять до регіональних, якщо не глобальних наслідків.

Четвертий період природокористування тільки починається й пов'язаний зі становленням інформаційних технологій (кінець ХХ сторіччя).

Прийнято виділяти такі риси інформаційного суспільства:

- практична відсутність проблеми інформаційної кризи (пов'язаної з феноменом «інформаційного вибуху», при якому загальна сума знань із 1990 року подвоюється щорічно), тобто протиріччя між обмеженими можливостями щодо сприйняття й переробки інформації й існуючих потужних потоків і масивів інформації, що зберігається;

- забезпечення пріоритету інформаційного ресурсу порівняно з іншими ресурсами й перевага інформаційної економіки;

- генерація, зберігання, оброблення й використання знань за допомогою новітньої інформаційної техніки й технології, які є фундаментом розвитку суспільства;

- формування інформаційної єдності всієї людської цивілізації, тобто прояв глобальності інформаційних технологій, що охоплюють усі сфери соціальної діяльності людини;

- можливість вільного доступу кожної людини до інформаційних ресурсів всесвітньої цивілізації;

- реалізація гуманістичних принципів керування суспільством і впливом на навколишнє середовище.

Поряд з такими загальноприйнятими поняттями, як революція промислова й науково-технічна, Реймерс (1990) виділяє революції екологічну або господарські як відповідну реакцію людства на кризовий стан системи «людина - біосфера». У колишні епохи екологічні революції розтягувалися на тривалі строки, що змінювалися сторіччями й навіть тисячоріччями. Сучасна глобальна екологічна (науково-технічна) революція займе, мабуть, біля половини сторіччя.

Перша екологічна революція була реакцією на недостачу природних продуктів природи при виході людства з фази чисто біологічного існування. Вона ознаменувалася активним впливом людей на природу шляхом випалювання рослинності для поліпшення пасовищ диких тварин й організації масових полювань. Її можна визначити як «біотехнічну революцію».

Друга екологічна революція відбулася як наслідок перепромислу великих тварин і виснаження ресурсів збирання, що призвело до розвитку примітивного зрошуваного землеробства й скотарства.

Третя екологічна революція була наслідком обмеженості ресурсів зрошуваного землеробства й привела до широкого переходу до богарного (неполивного) землеробства. Скорочення площ лісів і загальне виснаження ресурсів рослинного миру, як і взагалі традиційних ресурсів того часу, привело до промислової революції, що переросла в науково-технічну революцію поточного часу. Сучасна екологічна криза характеризується небезпечним забрудненням біосфери, наближенням до максимуму використання енергії на поверхні Землі й різким порушенням

екологічної рівноваги. Йому відповідають зміни, що почалися у науково-технічній революції: замикання виробничих циклів, максимальна економія електроенергії, мініатюризація технічних об'єктів, екологічне планування, що дозволяє підтримувати й поліпшувати екологічну рівновагу.

Специфічною рисою сучасної — **четвертої екологічної революції** можна вважати усвідомлення того факту, що від принципу невтримного перетворення природи й необмеженої її експлуатації слід перейти до економії природних ресурсів і досить обережній зміні природного середовища життя. Важливою особливістю є також поступове усвідомлення того, що від односторонньої зміни природного циклу системи «людина - біосфера» необхідно переходити до двосторонньої адаптації (коеволюції) суспільства й природи, до розвитку суспільного виробництва з урахуванням його екологічних обмежень.

5.1.3 Рівні ресурсокористування

Усього слід виділяти п'ять рівнів ресурсокористування:

1. Використання **винятково біологічних ресурсів**, включаючи сільськогосподарські. Жодних обмежень на ресурсокористування не накладають.

2. Використання **поновлюваних надлишкових ресурсів**, джерелом яких є видобуток корисних копалин. Потребує контролю з метою обмеження кількості ресурсів, що використовуються, наявними надлишками.

3. Використання **енергетичних ресурсів**. Застосовують обмеження на локальному рівні, покликані мінімізувати шкідливий вплив на навколишнє природне середовище.

4. Використання **радіоактивних джерел енергії**, при якому накладають обмеження вже регіонального плану. Необхідний постійний моніторинг радіаційного фону, оскільки при його неконтрольованому підвищенні можливе розширення сфери ековпливу.

5. Використання **інформаційних ресурсів** — інтелекта, знань, здоров'я тощо. Накладають обмеження на міждержавному рівні, оскільки інформація є невід'ємною власністю власника й охороняється законами й нормативними актами країн і міждержавних об'єднань.

5.2 Життєвий цикл ресурсів

Виробничий ресурс — елемент системи, що використовується у виробничому процесі. Він містить:

- природні ресурси;
- соціальні ресурси;
- засоби виробництва.

Природні ресурси й засоби виробництва разом складають матеріальні ресурси підприємства. На рис. 5.1 наведено схему життєвого циклу будь-якого ресурсу.



Рисунок 5.1 — Життєвий цикл ресурсу

Щоб видобувати ресурси, їх необхідно відновляти. **Відновлення ресурсу** являє собою його одержання в будь-якій формі. У той же час аналогічно життєвому циклу енергії **споживання** деякого виду ресурсів означає відновлення іншого виду ресурсів. **Передача** — умовно виділений елемент життєвого циклу. У цьому разі під передачею ресурсу розуміють увесь проміжок збереження ресурсом своїх властивостей. Містить транспортування й зберігання ресурсу на відміну від енергії, передача якої відбувається набагато швидше. У багатьох випадках стадія передачі характеризується накопиченням досить великих обсягів ресурсу, необхідних для використання.

5.3 Поняття ресурсозбереження

Ресурсозбереження — комплекс організаційних і технічних засобів і заходів, спрямованих на ефективне використання всіх видів ресурсів.

5.3.1 Проблеми ресурсозбереження

Збереження відновлюваних природних ресурсів

Відновлювані природні ресурси забезпечують круговорот життя на планеті Земля. Це, насамперед, повітря, вода й ґрунт, що є тим базисом, без якого існування життя на Землі неможливе. Крім того, у сферу цих ресурсів також повинні бути включені тварини й рослини як одомашнені, так і дикі їхні види.

Перейшовши від існування усередині біосфери до її перетворення, людина перетворила природне середовище на джерело ресурсів для своїх потреб. У минулому було придумано й реалізовано чисельні способи застосування традиційних відновлюваних природних ресурсів. Під час використання ресурсу істотно коректується цикл його відновлення, і найчастіше небезпеці піддається саме існування цього циклу. Завдання збереження відновлюваних природних ресурсів, таким чином, зводиться до забезпечення нормального функціонування циклів їхнього поновлення в природі. При цьому обов'язковою умовою є урахування комплексного характеру проходження циклів поновлення цих ресурсів, адже, наприклад, поновлення води необхідне для забезпечення функціонування рослин, які

у свою чергу є базисом ланцюжків живлення в будь-якому біоценозі. Випадання однієї з ланок системи поновлюваних природних ресурсів неминуче призводить до розпаду циклів поновлення інших ресурсів.

Збереження невідновлюваних природних ресурсів

Невідновлювані природні ресурси містять, насамперед, корисні копалини як найбільш широко використовуваний у промисловості вид ресурсів. Їх можна розділити на паливно-енергетичні й сировинні ресурси. Проблема швидкого вичерпання перших (нафта, газ, вугілля та ін.) у даний момент постає найбільш гостро серед усіх корисних копалин. Будучи основним джерелом енергії — електричної, теплової і механічної, вони являють собою найбільш уразливе місце в ланцюжку виробничих процесів, оскільки без них неможливо буде проводити переважну більшість технологічних операцій.

Побутове ресурсозбереження

Незважаючи на те, що побутова сфера є набагато менш навантаженим споживачем природних ресурсів, проблема ресурсозбереження в ній також постає досить гостро, оскільки використовувані в побуті ресурси мають більшу важливість для суспільства й природи. Насамперед це вода. Великі міста є і великими споживачами води, здійснюють масований вплив на навколишнє середовище, руйнуючи цикли поновлення води на регіональному рівні.

Крім того, оскільки побутова сфера є кінцевим споживачем, то велике значення має вартість ресурсів, що витрачаються. Отже, економія споживаних ресурсів одночасно з екологічним має також і економічне значення.

5.3.2 Джерела економії матеріальних ресурсів

Джерела втрат матеріальних ресурсів:

- нераціональна організація виробничого процесу;
- планові втрати внаслідок недосконалості використовуваного устаткування й технологічних процесів;
- людський фактор — злодійство, недбалість, помилки в процесі роботи.

Економія матеріальних ресурсів — результат упровадження ресурсозберігаючих технологій. Джерела їхньої економії можна класифікувати за такими способами:

1. За стадією життєвого циклу ресурсу (рис. 5.1) виділяють три групи джерел:

а) на стадії відновлення:

- підвищення ефективності процесу поновлення;

– зниження втрат, пов'язаних з невиробничими причинами (погода, економіка);

б) на стадії передачі:

– зниження втрат внаслідок усушки, утрушування, механічних ушкоджень та інших під час зберігання, транспортування й/або тривалого використання;

в) на стадії споживання:

– раціоналізація споживання ресурсів;

– уведення у використання вторинних ресурсів.

2. За характером застосовуваних засобів виділяють дві групи джерел:

а) раціоналізація виробництва:

– організація виробничого процесу періодичним, циклічним способом;

– зниження матеріалоємності кінцевого виробу;

– заміна використовуваних ресурсів більш ефективними;

– упровадження нових ресурсозберігаючих технологій;

б) вторинні засоби:

– утилізація відходів;

– перепрофілювання встаткування;

– зниження переліку виконуваних операцій для кожної одиниці устаткування зі зменшенням утрат, пов'язаних з його переналагодженням.

Вторинні ресурси — всі види матеріальних ресурсів, залучених у процес виробництва, але не використаних у кінцевому виробі. Вони поділяються на відходи й вторинні сировину й матеріали. **Відходи** — утрати, що не підлягають повторному використанню. **Вторинна сировина й матеріали** — утрати, які після проведення операції поновлення можуть бути використані в первісній якості.

5.3.3 Критерії переходу економіки на ресурсозберігаючий тип розвитку

Перехід економіки на ресурсозберігаючий тип розвитку виявляють за такими критеріями:

1. Зміна мети суспільства в цілому й окремих його членів зокрема:

– соціалізація виробництва з урахуванням суспільних інтересів;

– екологізація виробництва.

2. Нова концепція економічного зростання, що включає як один із критеріїв ефективності використання природних ресурсів.

3. Зміна співвідношення інтелектуальної й фізичної праці у бік першої.

4. Досягнення критичних обсягів виробництва й споживання за всіма видами традиційних природних ресурсів.

5. Зниження матеріалоємності й досягнення її рівноваги за рахунок економії матеріальних ресурсів. Зі зростанням виробництва відбувається зменшення питомої матеріалоємності одиниці кінцевого виробу (рис. 5.2).

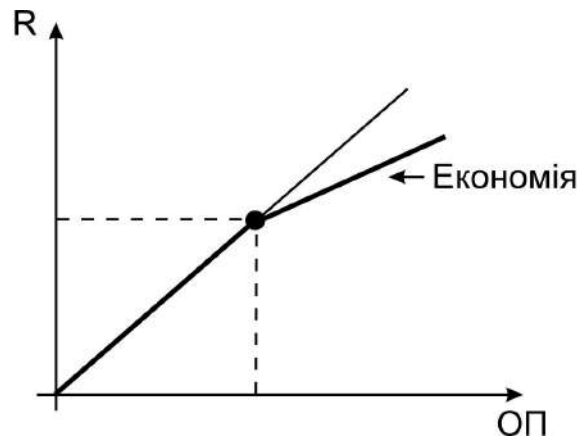


Рисунок 5.2 — Залежність витрат ресурсів (R) підприємства від обсягу продукції (ОП), що випускається

6. Підвищення технологічності виконуваних виробничих відносин.
7. Підвищення ефективності енергозбереження.
8. Зміна динаміки організації й фінансування природоохоронної діяльності:
 - зростання витрат підприємства на забезпечення екологізації виробничого процесу;
 - організація природоохоронних структур аж до рівня ООН;
 - підготовка міжнародних стандартів на природоохоронні аспекти діяльності підприємства (ISO 14000).

5.4 Методи збереження матеріальних ресурсів

5.4.1 Техногенний кругообіг речовин

На відміну від природних кругообігів техногенний кругообіг є незамкнутим у багатьох частинах.

На практиці обсяги відходів у країні зростають у 2 - 3 рази швидше, ніж об'єкти виробництва й кількість населення.

Для України ці питання є особливо актуальними, оскільки наявність слабкої сировинної бази призводить до імпорту сировини, а утворювані в результаті її перероблення відходи, на жаль, експортувати не можна. Так, первинні ресурси для виробництва чорних металів в Україні не безмежні, а за більшістю видів кольорових металів вони взагалі відсутні. До експлуатації залучаються родовища з більш складними гірничо-геологічними й технічними умовами освоєння. У результаті не тільки підвищуються матеріальні, енергетичні й трудові витрати, але й збільшується кількість відходів.

Щорічний обсяг відходів, що припадає на 1 га площі України, в 6,5 разів вищий, ніж у країнах Євросоюзу. Щороку в Україні утворюється відходів більше, ніж у 12 країнах Євросоюзу, разом узятих. Причому ці цифри не враховують викидів в атмосферу й у водне середовище. У цей час обсяг

накопичених відходів в Україні наближається до 30 млрд м³. Тільки частина зазначених відходів в обсязі, що не перевищує 10 - 15% їхнього утворення, знаходить застосування як вторинні матеріальні ресурси. Інші зберігають у поверхневих сховищах, площа яких досягає 160 тис. га, що становить близько 0,3% території України. Причому витрати на складування й поховання відходів дорівнюють майже 20% вартості продукції. Єдиний вихід з положення, що створилося, — застосування так званих «безвідхідних технологій».

5.4.2 Поняття безвідхідної технології

За визначенням Європейського екологічного комітету ООН «**Безвідхідна технологія** є практичне застосування знань, методів і засобів для того, щоб у рамках потреб людини забезпечити найбільш раціональне використання природних ресурсів і енергії й захистити навколишнє середовище».

У визначенні безвідхідної технології мається на увазі не тільки виробничий процес. Це поняття зачіпає й кінцеву продукцію, що має характеризуватися:

- довгим терміном служби виробів;
- можливістю багаторазового використання;
- простотою ремонту;
- легкістю повернення у виробничий цикл або перетворення на екологічно нешкідливу форму після виходу з ладу.

Теорія безвідхідних технологічних процесів базується на двох передумовах:

- 1) вихідні природні ресурси мають добуватися один раз для будь-яких продуктів, а не щораз для окремих;
- 2) створювані продукти після використання за прямим призначенням мають відносно легко перетворюватися на вихідні елементи нового виробництва.

Наслідком цих передумов є те, що процес перетворення, тобто утилізацію, необхідно закладати на етапі розроблення виробу. Схема означеного процесу така: «попит» — «готовий продукт» — «сировина».

Однак кожний етап цієї схеми потребує витрат енергії, виробництво якої пов'язане зі споживанням природних ресурсів поза замкнутою системою. Другою перешкодою повної замкнутості процесу є зношування матеріалів, їхнє розсіювання в навколишньому середовищі. Наприклад, довге, протягом багатьох сторіч використання таких матеріалів, як срібло, свинець, цинк, мідь та ін., і їхнє розсіювання під час цього використання в навколишньому середовищі призвели до того, що строки їхнього вичерпання із земних надр становлять згідно зі зведенням міжнародних прогнозів «Світ у 2000 році» усього один-два десятки років.

Поняття безвідхідної технології умовне. Під ним розуміють теоретичну межу або граничну модель виробництва, що у більшості випадків може бути реалізована не повною мірою, а лише частково. У цілому комплексний підхід до оцінювання ступеня безвідхідності виробництва має базуватися:

- на урахуванні не стільки безвідхідності, скільки ступеня використання природних ресурсів:

- на оцінюванні виробництва на основі самого звичайного матеріального балансу, тобто на відношенні виходу кінцевої продукції до маси сировини, що надійшла, і напівфабрикатів;

- на визначенні ступеня безвідхідності за кількістю відходів, що утворюються на одиницю продукції;

- на визначенні співвідношення відходів, що підлягають вторинній переробці, й відходів, що підлягають знищенню й похованню.

5.4.3 Система керування відходами

В останні роки в Україні проблемам керування відходами приділяється велика увага. Питання складування, зберігання, розміщення, транспортування, утилізації, ліквідації промислових і побутових відходів регулюються законами України «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про забезпечення санітарного й епідеміологічного благополуччя населення», Земельним кодексом України, Водним кодексом України й іншими законодавчими актами й урядовими розпорядницькими документами. У березні 1998 року був прийнятий закон України «Про відходи».

Однак для кардинального вирішення проблеми керування відходами необхідне створення системи керування відходами.

Говорячи про утилізацію відходів, у першу чергу розуміють використання їх як вторинну сировину, тобто кожен вид відходів має потенційну ресурсну цінність. Однак завжди існують обмеження щодо реалізації відповідного потенціалу — економічні, технологічні, соціальні тощо. До числа всіляких обмежень належить і рівень потреби в сировині. Тому частина відходів може залишитися за межею ресурсної цінності. Для нормативно-правового забезпечення ресурсокористування виконано угруповання відходів по класах:

- 1) **ресурсно-цінні відходи** — відходи, які є конкурентоспроможною вторинною сировиною з погляду сучасних технічних, економічних, технологічних та інших умов. Для таких відходів установлюється дозвільний порядок надання прав на збір і використання (ліцензування);

- 2) **потенційно ресурсно-цінні відходи** — відходи, які є вторинною сировиною з погляду найближчої перспективи їхнього використання. Для даної групи відходів здійснюється комплекс науково-технічних і

маркетингових досліджень з виявлення й визначення їхньої ресурсної цінності;

3) **безперспективні відходи** — відходи з невизначеним майбутнім, тобто ті, що не підлягають утилізації. Спеціальне ресурсорегулювання для безперспективних відходів не використовується, але обов'язково встановлюються вимоги до їх екологічно безпечного видалення.

Очевидно, що інтерес до різних груп відходів з боку підприємців неоднаковий, тобто найбільшим попитом користуються відходи першої групи й нікого не цікавлять безперспективні відходи. Тому для врегулювання процесу обігу з відходами в Україні уведено ще ряд законів, в яких зокрема наведено визначення основних термінів:

– **небезпечні відходи** — відходи, фізичні, хімічні або біологічні характеристики яких створюють або можуть створити значну небезпеку для навколишнього природного середовища й здоров'я людини і які мають потребу в спеціальних методах і засобах поводження з ними;

– **зберігання відходів** — тимчасове розміщення відходів у спеціально відведених місцях або об'єктах (до їхньої утилізації або видалення);

– **переробка відходів** — здійснення яких-небудь технологічних операцій, пов'язаних зі зміною фізичних, біологічних або хімічних властивостей відходів, з метою підготовки їх до екологічно безпечного зберігання, перевезення, утилізації або видалення;

– **утилізація відходів** — використання відходів як вторинних матеріальних або енергетичних ресурсів;

– **видалення відходів** — здійснення операцій з відходами, які не приводять до їхньої утилізації;

– **переробка металобрухту** — діяльність, пов'язана з доведенням металобрухту шляхом сортування, пресування, пакетування, здрібнювання, різання тощо до стану, що відповідає встановленим стандартам, нормам і правилам;

– **утилізація металобрухту** — використання металобрухту як сировина в металургійній або інших галузях виробництва.

5.4.4 Основні способи переробки відходів

Можливими шляхами вторинної переробки на теперішній час є: **фізична переробка** матеріалу, **хімічна переробка** й **рекуперація енергії**. Кожний з цих шляхів утилізації знаходить своє застосування, а вибір того або іншого способу залежить від обсягу відходів, пов'язаних з утилізацією витрат, а також зацікавленості й тиску з боку контролюючих організацій.

Фізична або механічна переробка поліуретанів означає ряд процесів вторинної переробки, деякі з яких уже знаходять застосування в промисловості. Прикладом найбільш прийняттого виду фізичної переробки еластичних пінополіуретанів є «склеювання». Прокладочні матеріали під час переробки подрібнюють і склеюють за допомогою зв'язувальних

речовин, основу яких складають матеріали, з яких виготовляється еластичний пінополіуретан. Такі матеріали мають більш високу порівняно з вихідним матеріалом щільність і широко застосовуються у світі, наприклад, при виготовленні килимових підкладок, а також підлікотників і підголовників автомобілів.

Інший спосіб фізичної переробки — термопластична обробка, якій піддають матеріали, що при пресуванні утворюють еластомірну речовину.

Процес хімічної переробки використовують для порівняно малих обсягів відходів сировини. Як перспективний спосіб утилізації великих обсягів відходів пропонується застосовувати спосіб високотемпературного гліколізу. Однак такий процес на практиці можливий, тільки якщо первісні матеріали однакові або схожі за складом.

Як б не була ефективна фізична й хімічна утилізація, частина відходів виявляється непридатною для вторинної переробки, і тоді накопичена енергія матеріалів з вуглеводневою основою може бути використана при перетворенні (рекуперації) на інший вид енергії, а саме, теплову. Подібний досвід є у фірми ICI. У промислових випробуваннях вироблені ними матеріали використовувалися як вугілля для одержання теплової енергії без ризику виділення шкідливих речовин. Рекуперація енергії дозволяє ефективно використовувати продукцію з масляною основою й знижує необхідність у смітниках, які вважаються усе менш прийнятним способом утилізації відходів.

При спалюванні утворюються високотоксичні гази: ціаністі сполуки, окис вуглецю й інші, що потребує їхнього вловлювання й спеціального очищення повітря.

5.5 Нормування витрат ресурсів

Нормування полягає у встановленні норм і нормативів (установленні мір), виходячи з умов і вимог технологічного процесу. Головне завдання нормування — мінімізація величини втрат і відходів. Основними методами нормування є такі:

1) **експериментальний метод** — визначення норм споживання ресурсів експериментальним шляхом під час дослідження всіх особливостей процесу (рис. 5.3);

2) **статистичний** — визначення норм споживання статистичним оцінюванням їхньої витрати за іншими виробами і процесами.

До норми не включаються:

- утрати, пов'язані з відступом від технологічного процесу (брак);
- утрати при зберіганні й транспортуванні (збиток).

Послідовність дій при нормуванні є такою:

- 1) виявлення джерел і причин джерел утрат;
- 2) вибір набору вимірів;
- 3) вивчення умов виробництва й визначення втрат по його стадіях;

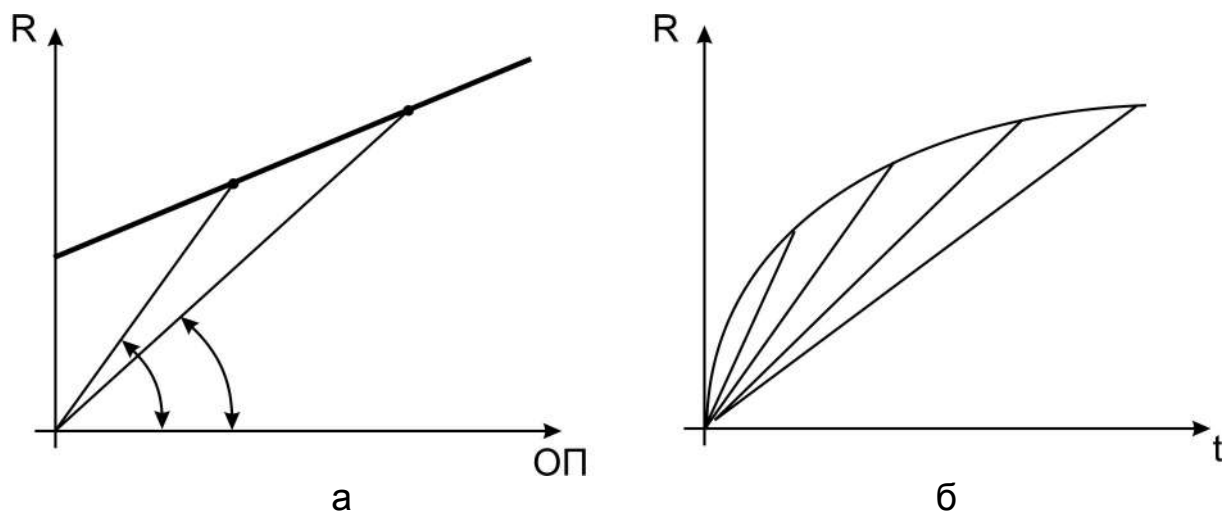


Рисунок 5.3 — Визначення ресурсоемності R продукції при нормуванні за обсягом продукції ОП, що випускається (а), й моніторингу (б) за часом t ресурсоспоживання підприємства, що розвивається

4) розробка заходів щодо зниження втрат і відходів;

5) систематизація отриманих даних і оформлення нормативних документів.

Прогресивний метод нормування полягає у визначенні прогресивних норм споживання ресурсів, що враховують зниження втрат за рахунок раціоналізації технології виробництва в майбутньому, а також за рахунок розширення обсягів виробництва. Ефект від раціоналізації технології чи її поліпшення містить економію грошей та раціоналізацію ресурсів.

5.5.1 Кількісні й якісні показники споживання матеріальних ресурсів

Класифікацію норм витрат ресурсів виконують за такими ознаками:

1. За ступенем укрупнення номенклатури ресурсів виділяють:

а) зведені норми за однорідними видами ресурсів;

б) специфічні норми по кожному виду ресурсів.

2. За ступенем укрупнення номенклатури однойменних видів продукції виділяють:

а) індивідуальні норми, що обчислюються на одиницю конкретної продукції;

б) групові норми — середні по групах видів продукції.

3. За періодом дії виділяють:

а) поточні норми, що установлюються на нинішній проміжок часу;

б) перспективні норми, що установлюються на майбутні відрізки часу й враховують перспективну зміну споживання ресурсів, пов'язану з удосконалюванням технологічних процесів, устаткування, навичок персоналу тощо.

Показники споживання ресурсів поділяють на первинні й вторинні.

Первинні показники оцінюють безпосередньо споживання ресурсів. До них входять:

1) **загальна витрата Q** — витрата ресурсу на весь виробничий процес за звітний період;

2) **питома витрата ресурсу**

$$m = \frac{Q}{N},$$

де N — кількість виробленої продукції;

3) **матеріалоємність** — вміст ресурсів безпосередньо в одиниці кінцевої продукції, що розраховується:

– для одного виду продукції

$$M = m;$$

– для всієї номенклатури використовуваних ресурсів (у грошовому вираженні)

$$M = \frac{\sum Q_i P_i}{N},$$

де Q_i — загальна витрата i -го ресурсу; P_i — вартість i -го ресурсу.

Показники 1 - 3 можна об'єднати у групу **показників витрати ресурсів**;

4) **вихід придатної продукції** (оцінюється за якісною шкалою)

$$ВГ = \frac{Q_{\text{прид}}}{Q_{\text{вих}}} 100\%,$$

де $Q_{\text{прид}}$ — обсяг придатної продукції; $Q_{\text{вих}}$ — обсяг вихідних ресурсів;

5) **коефіцієнт корисного використання**

$$K_e = \frac{Q_e}{Q_{\text{заг}}} = \frac{Q_e}{Q_e + Q_{\text{відх}} + Q_{\text{втрат}}},$$

де Q_e — витрата ресурсу безпосередньо на вироблену продукцію;

$Q_{\text{заг}}$ — загальна витрата ресурсу, що включає кількість відходів $Q_{\text{відх}}$ і

втрат $Q_{\text{втрат}}$, які ще можуть бути використані у цьому виробництві. Для

виробничого процесу, проведеного в кілька стадій,

$$K_e = K_{e1} K_{e2} \dots K_{en};$$

6) **рівень відходів**

$$P_{\text{відх}} = \frac{Q_{\text{відх}}}{Q_{\text{заг}}} 100\%;$$

7) для дрібних виробів, що виготовляють з великих заготовок вирубкою, вирізкою тощо, вводять **витратні коефіцієнти** — **коефіцієнт чистової**

($K_{\text{витр}}$) — на одиницю продукції — і **чорнової** ($K_{\text{ч.витр}}$) — на

одиницю заготовки — витрати. Також вводиться **коефіцієнт розкрою**

$$K_{\text{розкр}} = \frac{\sum R_i}{M_{\text{п}}},$$

де R_i — чорнова витрата в i -й заготовці; $M_{\text{п}}$ — загальний обсяг ресурсів в усіх заготовках.

Показники 4 - 7 можна об'єднати у групу **відносних показників корисного використання**.

Крім показників споживання важливими є показники економії ресурсів. **Вторинні** показники оцінюють витрати ресурсів непрямым шляхом:

1) **потенційний резерв економії**

$$E_p = \sum (m_i q_i - m_{\text{min}i} q_i),$$

де m_i — реальна витрата i -го ресурсу; $m_{\text{min}i}$ — мінімальна витрата i -го ресурсу; q_i — обсяг продукції, для вироблення якої використовують i -й ресурс;

2) **фактична економія** — абсолютне значення

$$E_{\text{ф}} = \sum m_{0i} q_{0i} P_{0i} - \sum m_{1i} q_{1i} P_{1i},$$

де індекси 0 і 1 відповідають значенням базового й поточного періодів; P — вартість ресурсів у відповідний період.

Відносне значення фактичної економії

$$\text{Рівень}_E = \frac{\sum m_{0i} q_{0i} P_{0i} - \sum m_{1i} q_{1i} P_{1i}}{\sum m_{1i} q_{1i} P_{1i}} = \frac{E_{\text{ф}}}{\sum m_{1i} q_{1i} P_{1i}};$$

3) **рівень реалізації резервів**

$$\text{Рівень}_p^{\text{ф}} = \frac{E_{\text{ф}}}{E_p} 100\%.$$

Для стабільного процесу функціонування підприємства при постійних вартості ресурсів і обсязі виробництва

$$\text{Рівень}_p^{\text{ф}} = \frac{\sum q_1 (m_0 - m_1)}{\sum q_1 (m_0 - m_{\text{min}})} 100\%.$$

6 ОСНОВИ СТВОРЕННЯ МАЛОВІДХІДНИХ ВИРОБНИЦТВ

Під час розвитку сучасного виробництва з його масштабністю й темпами зростання все більшої актуальності набувають проблеми розроблення й упровадження мало- і безвідхідних технологій. Їхнє вирішення в ряді країн розглядається як стратегічний напрямок раціонального використання природних ресурсів і охорони навколишнього середовища.

«Безвідхідна технологія є таким методом виробництва продукції, при якому вся сировина й енергія використовуються найбільш раціонально й

комплексно в циклі: «сировинні ресурси — виробництво — споживання — вторинні ресурси», і будь-які впливи на навколишнє середовище не порушують її нормального функціонування». Це формулювання не слід сприймати абсолютно, тобто не треба вважати, що виробництво можливе без відходів. Уявити собі абсолютно безвідхідне виробництво просто неможливо, такого немає й у природі. Однак відходи не повинні порушувати нормальне функціонування природних систем. Інакше кажучи, ми повинні виробити критерії непорушеного стану природи. Створення безвідхідних виробництв є досить складним й тривалим процесом, проміжним етапом якого є маловідхідне виробництво. Під маловідхідним виробництвом слід розуміти таке виробництво, результати якого при впливі їх на навколишнє середовище не перевищують рівня, припустимого санітарно-гігієнічними нормами, тобто ГДК. При цьому через технічні, економічні, організаційні або інші причини частина сировини й матеріалів може переходити у відходи й направлятися на тривале зберігання або поховання.

6.1 Концепція безвідхідного виробництва

6.1.1 Критерії безвідхідності

Відповідно до діючого законодавства підприємства, що порушують санітарні й екологічні норми, не мають права на існування й повинні бути реконструйовані або закриті, тобто всі сучасні підприємства мають бути маловідхідними й безвідхідними.

Однак виникає питання, яка припустима частина сировини й матеріалів при маловідхідному виробництві може направлятися на тривале зберігання або поховання. У цьому зв'язку в ряді галузей промисловості вже є кількісні показники оцінювання безвідхідності. Так, у кольоровій металургії широко використовується коефіцієнт комплексності, обумовлений часткою корисних речовин (в %), що витягаються із сировини, яка переробляється, стосовно всієї його кількості. У ряді випадків він уже перевищує 80%.

У вугільній промисловості уведений коефіцієнт безвідхідності виробництва

$$K_{б.в} = 0,33 \cdot (K_{б.т} + K_{б.р} + K_{б.г}),$$

де $K_{б.т}$, $K_{б.р}$, $K_{б.г}$ — коефіцієнти використання відповідно твердих (породи, що утвориться при гірських роботах), рідких (води, що забирається попутно при видобутку вугілля або сланцю) і газоподібних (пилогазових) відходів.

Як відомо, видобуток вугілля є одним із найбільш матеріалоемних і екологічно складних процесів. Для цієї галузі встановлено, що виробництво є безвідхідним (вірніше — маловідхідним), якщо коефіцієнт

безвідхідності перевищує 75%. У випадку використання разом зі зновутворюваною породою відвалів минулих років коефіцієнт безвідхідності може бути навіть більшим 100%.

Імовірно, у першому наближенні для практичних цілей значення коефіцієнта безвідхідності (або коефіцієнта комплексності), що дорівнює 75% і вище, можна прийняти як кількісний критерій маловідхідного, а 95% — безвідхідного виробництва й у ряді інших матеріалоємних галузей. При цьому, безумовно, має враховуватися токсичність відходів.

Безвідхідна технологія — це ідеальна модель виробництва, що у більшості випадків реалізується не повною мірою, а лише частково (звідси стає ясним і термін «маловідхідна технологія»). Однак уже зараз є приклади повністю безвідхідних виробництв. Так, протягом багатьох років Волховський і Пикалевський глиноземні заводи переробляють нефелін на глинозем, соду, поташ і цемент за практично безвідхідними технологічними схемами. Причому експлуатаційні витрати на виробництво глинозему, соди, поташу й цементу, що одержують з нефелінової сировини, на 10 - 15% нижче витрат при одержанні цих продуктів іншими промисловими способами.

6.1.2 Принципи безвідхідних технологій

При створенні безвідхідних виробництв доводиться вирішувати ряд складних організаційних, технічних, технологічних, економічних, психологічних та інших завдань. Для розроблення й впровадження безвідхідних виробництв можна виділити ряд взаємозалежних принципів.

Основним є **принцип системності**. Відповідно до нього кожний окремих процес або виробництво розглядається як елемент динамічної системи — усього промислового виробництва в регіоні як територіально-виробничого комплексу (ТВК) і на більш високому рівні як елемент еколого-економічної системи в цілому, що включає окрім матеріального виробництва й іншої господарсько-економічної діяльності людини природне середовище (популяції живих організмів, атмосферу, гідросферу, літосферу, біогеоценози, ландшафти), а також людину й середовище її перебування. Таким чином, принцип системності, що лежить в основі створення безвідхідних виробництв, має враховувати існуючі взаємозв'язок і взаємозалежність виробничих, соціальних і природних процесів.

Іншим найважливішим принципом створення безвідхідного виробництва є **комплексність використання ресурсів**. Цей принцип вимагає максимального використання всіх компонентів сировини й потенціалу енергоресурсів. Як відомо, практично вся сировина є комплексною і в середньому більше третини її кількості складають супутні елементи, які можуть бути вилучені лише при її комплексному переробленні. Так, уже сьогодні майже все срібло, вісмут, платина й

платиноїди, а також більше 20% золота одержують попутно при переробленні комплексних руд.

Одним із загальних принципів створення безвідхідного виробництва є **циклічність матеріальних потоків**. До найпростіших прикладів циклічних матеріальних потоків можна віднести замкнуті водо- і газооборотні цикли. В остаточному підсумку послідовне застосування цього принципу має привести до формування спочатку в окремих регіонах, а згодом і у всій техносфері свідомо організованого й регульованого техногенного круговороту речовини й пов'язаних з ним перетворень енергії. Ефективними шляхами формування циклічних матеріальних потоків і раціонального використання енергії є комбінування й кооперація виробництв, створення ТВК, а також розробка й випуск нових видів продукції з урахуванням вимог повторного її використання.

До не менш важливих принципів створення безвідхідного виробництва необхідно віднести вимогу **обмеження впливу виробництва на навколишнє природне й соціальне середовище з урахуванням планомірного й цілеспрямованого зростання його обсягів і екологічної досконалості**. Цей принцип у першу чергу пов'язаний зі збереженням таких природних і соціальних ресурсів, як атмосферне повітря, вода, поверхня землі, рекреаційні ресурси, здоров'я населення. Слід зазначити, що реалізація цього принципу здійсненна лише в поєднанні з ефективним моніторингом, розвиненим екологічним нормуванням і багатоланковим керуванням природокористуванням.

Загальним принципом створення безвідхідного виробництва є також раціональність його організації. Визначальними тут є вимога розумного використання всіх компонентів сировини, максимального зменшення енерго-, матеріалоємності й трудомісткості виробництва й пошук нових екологічно обґрунтованих сировинних і енергетичних технологій, з чим багато в чому пов'язане зниження негативного впливу на навколишнє середовище й нанесення йому збитку, включаючи суміжні галузі народного господарства. Кінцевою метою в цьому випадку слід вважати оптимізацію виробництва одночасно за енерготехнологічними, економічними і екологічними параметрами. Основним шляхом досягнення цієї мети є розробка нових і вдосконалення існуючих технологічних процесів і виробництв.

У всій сукупності робіт, пов'язаних з охороною навколишнього середовища й раціональним освоєнням природних ресурсів, необхідно виділити головні напрямки створення мало- і безвідхідних виробництв. До них належать комплексне використання сировинних і енергетичних ресурсів; удосконалення існуючих і розробка принципово нових технологічних процесів і виробництв і відповідного устаткування; впровадження водо- і газооборотних циклів (на базі ефективних газо- і водоочисних методів); кооперація виробництва з використанням відходів одних виробництв як сировини для інших і створення безвідхідних ТВК.

6.1.3 Вимоги до безвідхідного виробництва

На шляху вдосконалювання існуючих і розробки принципово нових технологічних процесів необхідним є дотримання ряду загальних вимог:

- здійснення виробничих процесів при мінімально можливій кількості технологічних стадій (апаратів), оскільки на кожній з них утворюються відходи і втрачається сировина;
- застосування безперервних процесів, що дозволяють найбільш ефективно використовувати сировину й енергію;
- збільшення (до оптимуму) одиничної потужності агрегатів;
- інтенсифікація виробничих процесів, їхня оптимізація й автоматизація;
- створення енерготехнологічних процесів.

Сполучення енергетики з технологією дозволяє повніше використовувати енергію хімічних перетворень, зберігати енергоресурси, сировину й матеріали й збільшувати продуктивність агрегатів. Прикладом такого виробництва є великотоннажне виробництво аміаку за енерготехнологічною схемою.

6.2 Безвідхідні виробничі комплекси

Технологічні принципи організації безвідхідного виробництва залежать від характеру виробничих процесів, груп галузей промисловості.

Для **першої групи** — галузей видобувної промисловості характерні великі обсяги переміщення природної речовини. Тут перспективи впровадження безвідхідної технології пов'язані з переходом до принципово нових технологій видобутку корисних копалин (геотехнологій), наприклад, підземного хімічного вилуговування, термічної сублімації, підземного електролізу, підземної газифікації вугілля тощо.

Тут найбільш ефективними є технології, пов'язані з переходом від механічних до нових способів видобутку корисних копалин, які істотно підвищують віддачу родовищ. Адже в надрах залишається більше 30% вугілля, 65 - 70% нафти, 20% залізної руди, 25 - 30% фосфатів, в ряді корисних копалин відсоток утрат ще вищий.

У цілому перебудова виробництва у видобувній промисловості за безвідхідним принципом дозволяє істотно розширити ресурсні можливості, скоротити витрати на одиницю продукції, почати розроблення нових родовищ і джерел сировини, у тому числі таких, які сьогодні використовувати економічно не вигідно.

Техніко-технологічний розвиток видобувної промисловості слід поєднувати з активною політикою ресурсозбереження, організацією мало- і безвідхідних виробництв в обробній промисловості.

Друга група — галузі обробної промисловості, виробництво в яких здійснюється в безперервному режимі й оснований на фізико-хімічних

методах перероблення сировини (металургія, хімічна, харчова промисловість тощо). Головним напрямком забезпечення безвідхідності в цих галузях є більш глибоке перероблення вихідної сировини й максимальне використання відходів, що утворюються як у рамках галузей, так і в інших ланках народногосподарського комплексу.

Основою для забезпечення безвідхідного виробництва тут є комплексне використання сировини. Комплексне перероблення сировини разом зі збільшенням обсягів виробництва продукції й розширенням її асортиментів дозволяє забезпечувати зниження витрат виробництва в цілому. Випуск значної маси додаткової продукції при тих же витратах сировини знижує її собівартість, оскільки витрати на сировину розподіляються на весь обсяг виробництва.

Третя група — галузі з перервними виробничими процесами, основані переважно на механічній обробці сировини, випускають дискретну (окремі вироби) продукцію. Мова йде про машинобудування, деревообробку, легку промисловість та ін. Тут організація безвідхідного виробництва пов'язана, як правило, з істотним зниженням загальної кількості відходів на основі зміни засобів впливу на предмет праці (тобто практично зі зміною технологій).

Безвідхідне виробництво в цій групі виробництв забезпечується на основі скорочення питомої витрати первинної сировини й використання нових матеріалів. Прогрес у цій області пов'язаний насамперед із впровадженням технологій, оснований на принципово нових методах впливу на предмет праці — спеціальних методів формоутворення й металообробки, що знижують витрату сировини на заготовки й підвищують ефективність її використання.

Гарні результати досягаються також заміною традиційних матеріалів новими або розширенням сфери використання вже відомих матеріалів. Наприклад, скло може бути використане у вигляді волокон як наповнювач утеплювальних матеріалів. Перспективним напрямком застосування скловолокна сьогодні є виготовлення на його основі паперу, що дозволяє знизити споживання деревини й води, а також зменшити навантаження на навколишнє середовище. Великі перспективи дає також розробка й виготовлення якісно нових матеріалів на основі пластмас і полімерів. Однак ці матеріали мають обмеження щодо можливостей застосування. Необмежені можливості дає широке застосування сплавів на основі титану, магнію, алюмінію, високоякісних сталей з підвищеною корозійностійкістю. Крім того, перехід на використання рідкісних металів дозволить розширити сировинну базу машинобудування.

У цілому технічні рішення, прийняті при організації безвідхідного виробництва, мають відповідати таким принципам:

- підвищення ступеня добування природних ресурсів з освоєних родовищ;
- перехід до принципово нових джерел сировини й енергії;

- використання традиційних природних ресурсів на якісно більш високому рівні;
- зниження питомої витрати природних ресурсів на виробництво продукції;
- комплексне використання природних ресурсів;
- максимальне використання відходів;
- заміна природної сировини штучною, дефіцитних природних ресурсів — широкодоступними;
- випуск продукції з урахуванням можливості повторного її використання.

6.3 Організаційні принципи створення безвідхідного виробництва

Широке впровадження принципу безвідхідності припускає відмова від багатьох сформованих переважно галузевих підходів до використання ресурсів. Центр ваги природокористування слід перенести на макроекономічний рівень.

Концепція безвідхідного виробництва найчастіше розглядається як найефективніший спосіб вирішення будь-яких екологічних проблем. Однак на практиці все значно складніше. Безвідхідне виробництво, яке містить комплексне використання сировини й утилізацію відходів, припускає наявність певних умов для його забезпечення. В цілому такі умови можна подати у вигляді трьох складових:

1. **Технічні умови.** У сучасних умовах проблема може бути сформульована як проблема вибору оптимальних технологічних рішень із безлічі вже наявних.

2. **Організаційні умови.** В організації виробництва розрізняють такі конкретні форми:

- **концентрація** — процес утворення великих підприємств;
- **спеціалізація** — процес зосередження окремих виробництв на яких-небудь підприємствах;
- **комбінування** — процес об'єднання підприємств різних галузей;
- **кооперування** — організація виробничих зв'язків між підприємствами.

На практиці організація безвідхідного виробництва потребує врахування безлічі факторів, викликаних міжгалузевим характером безвідхідних виробництв. Якщо ставити завдання зниження відходів усередині однієї галузі, то прийняті рішення будуть спрямовані, як правило, на зниження кількості відходів, які утворюються, що далеко не завжди є ефективним порівняно з їхньою наступною утилізацією.

Основна проблема в організації безвідхідного виробництва полягає в багатокомпонентності сировини, що переробляється. Будь-яка природна сировина є комплексом корисних компонентів. У рудах чорних металів крім заліза містяться титан, ванадій, кобальт, мідь, германій, фосфор, сірка,

бор, тантал, ніобій, цирконій та ін. Руди кольорових металів крім основних металів містять золото, срібло, платиноїди, кобальт, вольфрам, молібден, сірку, барій, магнетит — усього більше 70 елементів. Таким чином, гірничовидобувні й збагачувальні безвідхідні виробництва мають розглядатися не тільки як кінцева стадія виробництва, але в їхньому сполученні з виготовленням будівельних матеріалів, хімічними виробництвами, виробництвом добрив у рамках єдиного багатогалузевого безвідхідного комбінату.

3. Економічні вимоги. Питання, пов'язані з фінансуванням планування й реалізації багатогалузевих безвідхідних комплексів, слід вирішувати комплексно за рахунок фінансів спеціальних інноваційних фондів підприємств. У цілому перехід до комплексного використання сировини означає значну економію засобів, оскільки при цьому собівартість кожного з компонентів вихідної мінеральної сировини знижується за рахунок сукупного розподілу витрати на видобуток і збагачення.

Формування багатогалузевих безвідхідних виробництв пов'язане з додатковими фінансовими, матеріальними й трудовими ресурсами. Однак додатковими ці витрати можна вважати лише умовно, з позицій одного напрямку використання сировини. У цілому такі витрати є лише перерозподілом наявних ресурсів між галузями — учасниками безвідхідного виробництва. Економічна доцільність такого перерозподілу диктується, насамперед, високою ефективністю використання сировини.

Питання підвищення ефективності ресурсокористування не обмежується створенням безвідхідних комплексів із замкнутим циклом виробництва. На сучасному етапі можливі варіанти комбінування й кооперування підприємств, пов'язані з меншими фінансовими витратами, однак такі, що забезпечують менший простір для маневру.

6.4 Біотехнологія

Біотехнологія — комплекс фундаментальних наукових знань і їхніх практичних додатків у різних галузях народного господарства, спрямований на одержання й використання в технологічних процесах кліток мікроорганізмів, рослин і тварин.

Три основних напрямки розвитку біотехнології:

1. Використання безпосередньо клітин рослин і тварин, причому не тільки існуючих у природі, але й одержуваних штучно.

2. Одержання ферментів, білкових речовин, що містяться в клітинах і здатних значно (іноді в тисячі разів) прискорювати різні хімічні реакції.

3. Розробка технологічних процесів одержання біомаси мікроорганізмів, продуктів їхньої життєдіяльності.

Великі перспективи відкриваються перед біотехнологією у зв'язку з використанням генної інженерії.

Роль біотехнології як фактора безвідхідності пов'язана, в основному, з використанням мікробних технологій.

Переваги біотехнології можна побачити на прикладі пивних дріжджів, які широко використовуються для виробництва білкового корму. Застосування 1 тонни білкового концентрату як добавки до корму для курей дозволяє додатково одержувати біля півтори тонни м'яса й 25 - 35 тисяч яєць. У білках рослинного походження не вистачає деяких особливо цінних амінокислот, які накопичуються в мікроорганізмах. Як сировину використовують парафіни, які отримують з нафти. Також можна використовувати природний газ, метанол, відходи рослинництва.

Отримання білкового корму з відходів рослинництва дозволяє також утилізувати не використововувані раніше органічні відходи.

Екологічний ефект:

- вивільнення орних земель, що відводяться для зберігання відходів;
- запобігання ерозії ґрунту від приорювання стебел соняшника;
- ліквідація відвалів.

Ряд достоїнств біотехнології стосуються більш повного використання мінеральної сировини, наприклад, значні запаси металів зосереджені в рудах і відходах збагачення, хімічна переробка яких невиправдана, а перетворення таких металів у розчини на основі біотехнології виявляється економічно вигідним. Обробка бактеріями порошку низькосортного вугілля з умістом 0,5 - 5% сірки дозволяє майже повністю її видалити. При цьому знижуються екологічні наслідки спалювання такого палива.

При видобутку нафти мікробні технології сприяють поліпшенню буріння й збільшенню нафтовіддачі шарів. Суть — застосування в'язучих мікробних препаратів для згущення бурильного розчину або ж накачування препаратів у шар з метою підвищення рухливості нафти.

7 ЕНЕРГО- І РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ В НАРОДНОМУ ГОСПОДАРСТВІ

7.1 Гірничопромисловий комплекс

Мінеральна сировина — база сучасного промислового способу виробництва. На сучасному етапі продуктивні сили розвиваються шляхом безперервного зростання споживання всіх видів палива й енергії, рудної й нерудної мінеральної сировини. Задоволення зростаючих потреб у мінеральній сировині при обмеженості його найбільш якісних і доступних джерел потребує безперервного збільшення масштабів гірських робіт і обсягів переробки сировини. Для одержання тієї самої кількості продукції доводиться залучати у виробництво все більші обсяги гірської маси. Це спричиняє утворення великих мас відходів і зростаючий вплив гірських робіт на навколишнє середовище. У таких умовах вирішення проблеми

ефективного забезпечення сировиною не може обмежуватися подальшим розгортанням робіт з виявлення нових його джерел. Важливого значення набуває інтенсифікація гірського виробництва шляхом підвищення питомої ваги залучення у виробництво супутніх корисних копалин, утилізації всіх цінних компонентів сировини, а також відходів від переробки.

Природна специфіка мінеральної сировини — її природна багатоконпонентність, при якій кожний основний (цільовий) хімічний елемент супроводжується тим або іншим комплексом інших компонентів. Крім того, багатоконпонентність полягає також у природньому сусідстві в межах просторових структур літосфери різних видів корисних копалин, внаслідок чого розробка одного з них неминуче супроводжується виїмкою інших у складі розкривних, бічних шахтних порід. У цьому зв'язку проблема комплексного використання мінеральних ресурсів включає два напрямки, реалізація яких основана на різних організаційно-технічних рішеннях:

1. Комплексне використання окремих видів сировини з метою видобування всіх супутніх компонентів. Розвиток безвідхідних технологій у цьому напрямку пов'язаний з удосконалюванням технологій збагачення й хіміко-металургійного переділу руд.

2. Комплексна розробка родовищ з метою використання всіх спільно видобуваних видів сировини, у тому числі в бічних, розкривних або підстилаючих породах. Розвиток безвідхідних технологій у цьому напрямку пов'язаний з удосконалюванням технологій, що забезпечують селективне виймання відповідних видів сировини.

Комплексне використання сировини має двояку мету й містить два напрямки, орієнтовані на застосування різної складової видобутої мінеральної сировини:

1. Добування всіх цінних компонентів — виділення чистих хімічних елементів, чистих мінеральних видів і агрегатів, що мають цільове призначення (рідкісних елементів з поліметалевого, залізородного й іншого видів сировини, сірки із природного газу, германію з вугілля тощо) шляхом уведення додаткових технологічних галузей в основне виробництво, тобто його комплексування.

2. Утилізація самої агрегатно-мінеральної основи руд — залишкових полімінеральних продуктів, що утворюються при збагаченні й переробці сировини й відходів виробництва — шлаків, шламів, золи, недогарків тощо. Їхня утилізація пов'язана переважно з комбінуванням виробництва.

Екологічний ефект від упровадження маловідхідних технологій виражається в зниженні негативного впливу на навколишнє середовище:

– скорочення площ під відвалами розкривних порід, відходів збагачення й фізико-хімічної переробки мінеральної сировини;

– зменшення площ земель, що перебувають під розробкою родовищ первинної природної сировини у випадку його ефективною заміни вторинною сировиною із складу гірничопромислових відходів;

– зниження забруднення поверхневих і підземних вод, викликаного інфільтрацією атмосферних опадів через відвали відходів, у випадку скорочення обсягів останніх;

– зменшення забруднення (загазованості, запиленості) атмосфери внаслідок скорочення відвалів;

– зменшення скидання в поверхневі водойми шахтних і рудничних засмолених вод при їхньому раціональному використанні та ін.

Напрямки розвитку безвідхідних технологій:

– впровадження технологій по повній утилізації відходів, як при відкритому, так і при підземному способі видобутку корисних копалин;

– широке застосування геотехнологічних методів розробки родовищ корисних копалин, прагнучи при цьому до добування на земну поверхню тільки цільових компонентів;

– використання безвідхідних методів збагачення й переробки природної сировини на місці його видобутку;

– застосування гідрометалургійних методів переробки руд.

Наприклад, перехід на технологію збагачення залізних руд, що використовує сепаратори із сильним магнітним полем, по суті, означає розробку нових родовищ корисних копалин за рахунок залучення до обігу відвалів збагачувальних фабрик і окислених руд, запаси яких на сьогоднішній день величезні.

7.1.1 Види відходів і напрямки їх утилізації

Гірничопромислові відходи — всі види відходів, що утворюються в гірничопромисловому комплексі, починаючи з розкривних порід і закінчуючи залишковими продуктами фізико-хімічної й термічної переробки корисних копалин. За головними циклами гірничометалургійного виробництва виділяють:

1. Відходи, що утворюються при видобутку мінеральної сировини, до складу якого входять розкривні й породи, що добуваються попутно.

2. Відходи, що утворюються при переробці мінеральної сировини. За характером переробки виділяють такі підгрупи:

– відходи збагачення корисних копалин;

– відходи фізико-хімічної переробки корисних копалин, що утворюються під час гідро- і пірометалургійного переділів, а також при спалюванні палива. Вони представлені шлаками, золами, шламами, сольовими розчинами, пилом тощо.

В Україні порівняно з іншими країнами склалася своєрідна й досить негативна екологічна ситуація, проблема поліпшення якої розділяється на дві складові частини:

1. Забезпечення екологічної безпеки при поточному гірничопромисловому виробництві, а також при консервації й закритті гірничодобувних підприємств.

2. Ліквідація дуже масштабних негативних екологічних наслідків, накопичених за попередній період діяльності мінерально-сировинного комплексу, з огляду на те, що експлуатація багатьох великих родовищ почалася ще в XIX сторіччі, у результаті чого було накопичено більше 13 млрд м³ породних відходів.

Природне середовище, як відомо, має цілком певну стійкість до несприятливих навантажень, що залежить від їхньої величини й тривалості впливу. Іншими словами, воно має потенційний запас буферності різних природних компонентів. Природне середовище має також здатність до мимовільного відновлення порушених властивостей при знятті несприятливих техногенних навантажень. Однак в основних гірничопромислових регіонах України при тривалому інтенсивному розробленні великих родовищ, особливо для чорнометалургійної, вугільної, хімічної промисловості, граничні величини буферної міцності природного середовища давно перевершені. У більшості випадків наслідки техногенного впливу набули важкооборотного або необоротного характеру. Тому говорити про мимовільне відновлення всього комплексу природних факторів не доводиться. З огляду на величезні масштаби вийнятої, переробленої й переміщеної гірської маси розраховувати на відтворення й нормалізацію колишньої природної обстановки не можна. Можлива лише її регенерація, тобто створення нової екологічно безпечної обстановки.

Швидка перебудова України в умовах кризових явищ в економіці й неминучих труднощів перехідного періоду, повна утилізація накопичених за багато років відходів та істотне оздоровлення екологічної обстановки нереальні. Однак розробка мір зі зниження техногенних навантажень на навколишнє середовище й оздоровлення екологічної обстановки життєво необхідні. У зв'язку з чим і виникає багато закликів до «природоохоронних заходів» і «безвідхідних технологій».

Поняття «природоохоронні заходи» досить неоднозначне й розпливчате. Усі природні системи багатокомпонентні, взаємозалежні й збалансовані. Збалансованість ця досить крихка. Для ландшафтних систем, поверхневих і підземних вод, гірських порід, так само як і для біоценозів, зміна навіть одного компонента системи призводить до трансформації всієї системи. Фактори, що є сприятливими для одних компонентів природних систем, для інших — згубні. Тому поняття «природоохоронні заходи», незважаючи на гарне звучання, досить невиразне й не в усіх випадках зрозуміле.

Завжди необхідно ставити мету — що, від кого і яким чином охороняти — оскільки, охороняючи один елемент навколишнього середовища, ми завдаємо шкоди іншому. При гірничопромисловому виробництві об'єкти природоохоронних заходів такі:

1. Самі «надра» як елемент геологічного середовища. Для цього необхідно:

- максимальне видобування руди з надр, тобто зниження в промислових кондиціях мінімальних умістів корисних копалин у рудах;
- максимальне видобування корисних компонентів з руди шляхом розроблення нових оптимальних технологічних схем збагачення;
- повне видобування попутних компонентів;
- селективне складування порід і забалансових руд;
- складування «хвостів» руд збагачувальних фабрик, що містять корисні компоненти;
- роздільне складування розкривних і попутних порід за різновидами як різних попутних корисних копалин.

2. Ландшафтні системи як комплекс літо-, гідро- і біосфери — середовища перебування людини. Необхідні заходи:

- мінімальні перетворення природних морфоструктур з огляду на те, що гірничопромислове виробництво — рельєфоутворюючий фактор;
- максимально можливе збереження динаміки й хімічного складу поверхневих і підземних вод;
- мінімізація відторгнення сільгоспугідь для гірничопромислових підприємств;
- збереження тваринного й рослинного миру від фізичного знищення;
- охорона сільгоспугідь, тваринного й рослинного миру від забруднень через гідро-, атмо- і біосферу.

Таким чином, захист одних елементів природного середовища шкодить іншим. Так, «охорона надр» має супроводжуватися збільшенням видобування руди з надр при зниженні мінімального вмісту корисних компонентів, що призведе до зростання обсягів гірської маси, що переробляється, збільшення породних відходів, загазованості території. Селективне складування призведе до розширення відторгнення сільгоспугідь. Застосування нових хімреагентів при збагаченні руд і видобуванні попутних компонентів призведе до хімічного забруднення ландшафтних систем, поверхневих і ґрунтових вод. Неоднозначні також і односпрямовані заходи щодо охорони окремих елементів ландшафтних систем. Утилізація териконів і відвалів (вивіз і планажія) неминуче призведе до трансформації їх гідрогеологічної й біологічної складових. Більше того утилізація (і експлуатація) териконів, особливо тих, що горять, є небезпечною й може призвести до великих аварій і катастроф, що вже неодноразово мало місце в Донбасі.

Отже, у кожному конкретному випадку необхідна збалансованість інтересів і визначення пріоритетних і першочергових об'єктів охорони й мінімальної їх техногенної трансформації. Причому вибір пріоритетних і другорядних об'єктів охорони навколишнього середовища, а також технічних засобів їхнього здійснення в різних регіонах може не збігатися.

Заклики до безвідхідних технологій також не завжди є виправданими. Вимоги екологів з якнайшвидшої утилізації будь-яким шляхом усіх відходів гірничопромислового виробництва зрозумілі й прості. Однак економічні й

організаційні сторони цього питання значно складніші й не настільки однозначні. Адже у відвалах і шламосховищах утримуються забалансові руди профілюючої корисної копалини, відпрацьовування яких на сучасний момент є нерентабельним. Однак у зв'язку зі світовою тенденцією зростання цін на мінеральну сировину й зниженням вимог до її якості економічна значущість цих відходів у майбутньому очевидна.

Тому прискорена утилізація відвалів, териконів, золівідвалів та інших відходів гірничопромислового виробництва постає досить проблематичною як через її неоднозначну доцільність, так і через величезні економічні витрати. У найближчі сто років проблема рекультиваци териконів, відвалів та інших відходів у повному обсязі явно не буде вирішена. Так, на території Донбасу накопичено близько 20 млрд т твердих відходів (терикони, вуглешлакові сховища, відходи теплових станцій, металургійних підприємств). Втім у цьому, очевидно, немає й гострої необхідності. За багато десятиліть старі вигорілі терикони стабілізувалися й стали постійним, хоча й непотрібним, штучним елементом навколишнього середовища.

Першочерговими у зв'язку з цим є природоохоронні заходи, що супроводжують поточне гірничопромислове виробництво.

У Донбасі, у першу чергу, це стосується попутного видобування метану на вугільних родовищах. Метан можна видобувати на всіх етапах освоєння вугільних родовищ:

- під час розвідки;
- під час будівництва шахт;
- при видобутку вугілля;
- з техногенних родовищ метану, які утворилися у відпрацьованому просторі виведених з експлуатації шахт.

З уміщуючих порід також можна видобувати метан — у них його збереглося й акумулювалося в 1,5 - 2 рази більше, ніж у вугільних шарах. В Україні реальні ресурси метану тільки в Донбасі становлять 6 - 25 трлн м³, з них 50% — промислові. Таким чином на базі вугільної промисловості можна розвивати метановидобувну.

Цей напрямок тісно пов'язаний з економічними, екологічними й соціальними проблемами регіону, однак розвивається повільно з організаційних, технічних і економічно-правових проблем. Зараз дегазацію здійснюють тільки для забезпечення безпечного ведення робіт. Упровадження її потребує витрат. Для залучення інвесторів необхідним є пакет законодавчих і нормативних актів, що стосуються прав власника на попутний метан (очевидно, це держава, оскільки в більшості країн світу, незважаючи на приватну власність на землю, надра залишаються в державній власності), ліцензування, оподатковування, шляхів реалізації продукції та ін.

При поточному гірничопромисловому виробництві на вугільних шахтах можливе також додаткове видобування горючої маси із шахтних порід

шляхом переробки на збагачувальних фабриках. Шлами в ставках-ілонакопичувачах при вуглезбагачувальних фабриках можна використовувати для спалювання на ТЕЦ, однак їх розробка доцільна після обстеження, картографування, визначення економічної й екологічної доцільності.

За іншим екологічним напрямком при ліквідації несприятливих наслідків діяльності, при ситуації, що створилася, головним напрямком природоохоронних заходів є не стільки утилізація гірничопородних відвалів і шламів, скільки їх вибірка, на локальних ділянках, економічно рентабельна переробка як вторинної мінеральної сировини. Необхідність великого за обсягом освоєння вторинної мінеральної сировини очевидна. Багато териконів і відвалів — техногенні родовища дефіцитних і цінних корисних копалин, наприклад, германію, лантаноїдів (лантан, іттрій, іттербій, церій), золота, платиноїдів, скандію, ванадію. Перспективною є утилізація золи спалювання вугілля — у ній вміст рідкісних металів збільшується в 5 - 20 разів порівняно з вихідною породою. У той же час собівартість продукції техногенних родовищ у 15 - 20 разів нижче порівняно з геогенними.

Таким чином, прискорена, спрощена утилізація териконів представляється передчасною. Спочатку необхідно їх вивчити для з'ясування кількості та форми знаходження корисних компонентів, технології видобування, екологічної й економічної доцільності.

7.1.2 Використання відходів видобутку й збагачення залізної руди

Залістисті кварцити й інші скельні породи з відвалів — практично непридатні для збагачення. Застосовуються як великий заповнювач особливого бетону, а також як баластовий матеріал (замінник щебенів) в автодорожньому будівництві. Переваги: підвищені властивості бетону із щебенями — висока міцність, низька стиратність.

Шлами збагачення залізної руди. У відвалах більше 50% породи становлять кварцевожелезисті шлами. Застосовуються після перемолу в тонкодисперсний порошок:

1) як заповнювач будівельних розчинів. Недолік: підвищена витрата цементу;

2) як основа газошлamosілікату — матеріалу, який одержують автоклавним формуванням розчинної суміші із заміною кварцового піску шлами. Перевага: немає необхідності молоти шлами, на відміну від кварцового піску;

3) як основа шлакошламовеого сполучного — суміші гранульованих шлаків і шламів. Шлам створює з водою лужне середовище, за рахунок чого відбувається активація твердіння шлаків. Переваги: підвищена міцність і твердість розчину після застигання.

Шлакошламове сполучне застосовують:

- для закладення гірських виробітків у відпрацьованих стовбурах;
- у дорожньому будівництві як заміна цементу;
- для зміцнення відвалів відходів гірничорудного комплексу;
- для будівництва шламосховищ;

4) як добавки в будівельні розчини:

– неорганічні тонкодисперсні добавки з великою питомою поверхнею контакту, здатні втримувати воду, підвищуючи тим самим гідравлічність розчину;

– поверхнево-активні добавки, що підвищують рухливість розчину, а також його міцність після застигання;

5) у сільському господарстві як добавка до добрив.

Керамзит і надрудні глини призначено для виробництва будівельних матеріалів — цегли, стінових блоків тощо. Основна перевага: зниження собівартості основної сировини — залізної руди — за рахунок більш повного використання обсягів породи, що видобувається.

Розкривні, піддонні й бічні породи на гранітній і базальтовій основі використовуються в дорожньому будівництві у заповнювальних і підстильних шарах дорожнього покриття, як заповнювачі будівельних бетонів, а також повертаються у відпрацьовані стовбури шахт і рудників для їхнього заповнення.

7.2 Металургія

7.2.1 Чорна металургія

В основі сучасних металургійних процесів лежать вуглецеві технології, де вуглець — джерело тепла й відновник одночасно. Негативні наслідки:

- відходи;
- забруднення навколишнього середовища окислами вуглецю й інших елементів;
- викиди в атмосферу пилу й шкідливих речовин.

Альтернатива — природний газ. Навантаження при цьому менше, оскільки він складається з вуглеводнів і водню.

Структура металургії України склалася в 60-х роках ХХ сторіччя. В основному це інтегровані металургійні заводи повного циклу, що виробляють продукцію із залізної руди. В останні 40 років нові агрегати не будувалися, проводилася лише модернізація старих. На початку 90-х почався спад, який супроводжувався відмовою держави від регулювання галузі, приватизацією та втратою державної політики в галузі.

Основні причини негативного впливу об'єктів чорної металургії на навколишнє середовище:

- видобуток корисних копалин;
- складування великої кількості відходів;
- скидання стічних вод;

– викиди в атмосферу.

Перспективи доменного виробництва — використання кам'яного й бурого вугілля, пиловугільного палива, продуктів газифікації вугілля, вдування пари, стислого азоту, застосування рідких заміників коксу, продуктів газифікації некоксових вугілля, а також використання низькопотенціальних видів вторинних енергоресурсів і оптимізація енергетичного балансу металургійного підприємства. Доменна піч ще не вичерпала свого потенціалу — можна використовувати відходи пластмас, перейти на водень.

Мартенівська піч вигідна при дешевому природному газі.

Найбільш раціональна технологічна схема — застосування безперервних процесів. Сьогодні технологічні цикли виробництва чавуну, сталі й прокату розірвані. Фрагменти єдиного процесу, що поєднують сталеплавильне й прокатне виробництво, вже існують — на міні-заводах, що виробляють готову продукцію з металобрухту. Структура таких виробництв виглядає як єдина лінія, що складається з електропечі, установки безперервного розливання сталі й прокатного стану.

Комплекс майбутнього — електрометалургія. В ній можливе використання теплової енергії як для виробництва електроенергії й нагрівання металу в процесі, так і для обігріву приміщень, підігріву води тощо. До речі, ідеальний металургійний завод може генерувати до 90% власної електроенергії.

Також важливим фактором є те, що природна сировина являє собою комплекс корисних компонентів. У рудах чорних металів крім заліза містяться титан, ванадій, кобальт, мідь, германій, фосфор, сірка, бор, тантал, ніобій, цирконій та ін. Комплексна переробка залізних руд дозволяє підвищити використання добутої руди в десятки разів.

7.2.2 Промислова утилізація ресурсів вторинного металу

Метал зберігає домінуюче значення як основний вид конструкційних матеріалів. Найважливішим напрямком вирішення проблеми підвищення ефективності його використання є розвиток металозберігаючих технологій, що забезпечують:

- скорочення відносної витрати металу на технологічних переділах під час виробництва металопродукції й формоутворення готових деталей;
- зменшення прямих витрат металу у виробництві машин, механізмів, будівельних конструкцій за допомогою зниження конструктивної й технологічної металоємності виробу;
- підвищення ступеня переходу металу в готові вироби за рахунок зниження його відходів і втрат у поточному виробництві й споживанні металопродукції;

– зменшення витрат так званого ремонтного металу, що витрачається на підтримку в працездатному стані знарядь праці, що виражається в зниженні експлуатаційної металоємності;

– повне залучення в обіг усіх відходів металу й амортизаційного лому.

Усі металургійні виробництва можна розділити на три групи:

– виробництва повного металургійного циклу, що містять усі виробництва (від видобутку й підготовки залізорудної сировини до випуску готового прокату);

– виробництва неповного технологічного циклу, що не мають усіх переділів і характеризуються концентрацією специфічних передільних процесів;

– виробництва малої металургії, що обслуговують як заготівельні виробництва переважно машинобудування, промисловість будівельних матеріалів, сільське господарство тощо.

Проблема забезпечення залізовмісною сировиною цих видів виробництв виявляється різним чином. Так, у підготовці сировини для виробництва повного циклу загострилася проблема її якості, що викликано зниженням умісту заліза в руді. Сучасні гірничотехнологічні умови видобутку руди (збільшення глибини кар'єрів і шахт, скорочення площ і запасів руди, зниження якості руди на більш глибоких обр'ях) не забезпечує необхідну для збагачення якість сирої руди. Це призвело до зростання витрат на підготовку руди до плавлення.

Витрати на підготовку залізорудної сировини знижуються за рахунок комплексного використання руд. Подальший розвиток чорної металургії значною мірою пов'язаний з розширенням сировинної бази рудопідготовки за рахунок залучення до переробки важкозбагачувальних, бідних, важкоподрібнювальних руд, окислених залізистих кварцитів попутного видобутку магнетитових руд. У перспективі основний приріст виробництва залізорудної сировини забезпечиться повторною розробкою загублених багатих руд, довидобутку заліза із хвостів фабрик гірничозбагачувальних комбінатів.

Для забезпечення металургійного виробництва залізовмісними передільними матеріалами за умови виснаження запасів залізорудної сировини необхідно збільшувати використання ресурсів, що утворюються, амортизаційного лому й відходів металу. З розширенням масштабів промислової утилізації вторинного металу пов'язаний також розвиток передільної й малої металургії, орієнтованої переважно на застосування електропечної виплавки сталі, а також виплавки синтетичного чавуну для ливарного виробництва на базі електроплавлення легкового амортизаційного лому й металовідходів.

Вторинний метал перетворився з допоміжного на один з основних постійно використовуваних видів сировини, що має першорядне значення для сталеплавильного виробництва. Розвиток сучасного металургійного виробництва, орієнтований на переважне освоєння без паливних

маловідхідних технологій, усе більшою мірою стає залежним від ресурсів вторинного металу.

7.2.3 Кольорова металургія

У кольоровій металургії комплексне використання сировини пов'язане як з багатокомпонентним її складом, так і з низьким умістом корисної речовини. В умовах традиційної технології, що передбачає видобування одного-двох корисних компонентів, це означає величезні маси відходів, що потрапляють у відвали. У той же час у цих відходах містяться цінні компоненти, вартість яких найчастіше вище вартості основної продукції. Руди кольорових металів крім основних металів містять золото, срібло, платиноїди, кобальт, вольфрам, молібден, сірку, барій, магнетит — усього більше 70 елементів. Так, у мідній сировині містяться 25 елементів. Ще більш багатий склад свинцево-цинкових і нікелевих руд. Навіть у бокситах — найбільш концентрованій сировині кольорової металургії — крім основних компонентів (окиси алюмінію, заліза й кремнію), міститься більше 40 хімічних елементів. Тут перехід до безвідхідного виробництва на основі комплексної переробки сировини змінює звичні підходи, відповідно до яких корисний компонент має бути добутий максимально повно. Найчастіше більш ефективним є свідоме зниження ступеня видобування основного компонента, щоб виграти в цілому на комплексній переробці сировини й побічних продуктів.

Напрямки розвитку безвідхідних технологій:

1) залучення до переробки газоподібних, рідких і твердих відходів виробництва, зниження викидів і скидань шкідливих речовин з газами і стічними водами;

2) при видобутку й переробці руд чорних і кольорових металів — широке використання багатотоннажних відвальних твердих відходів гірського й збагачувального виробництва як будівельних матеріалів, закладення виробленого простору шахт, дорожніх покриттів, стінових блоків тощо, замість мінеральних ресурсів, що видобуваються спеціально для цього;

3) переробка в повному обсязі всіх доменних і феросплавних шлаків, а також істотне збільшення масштабів переробки сталеплавильних шлаків і шлаків кольорової металургії;

4) різке скорочення витрат свіжої води й зменшення стічних вод шляхом подальшого розвитку й упровадження безводних технологічних процесів і безстічних систем водопостачання;

5) підвищення ефективності існуючих і знову створюваних процесів уловлювання побічних компонентів з газів і стічних вод;

6) широке впровадження сухих способів очищення газів від пилу для всіх видів металургійних виробництв і пошуки більш досконалих способів очищення газів;

7) утилізація слабких (менш 3,5% сірки) сірковмісних газів змінного складу шляхом упровадження на підприємствах кольорової металургії ефективного способу — окислювання сірчистого ангідриду в нестационарному режимі подвійного контактування;

8) на підприємствах кольорової металургії прискорення впровадження ресурсозберігаючих автогенних процесів і в тому числі плавки в рідкій ванні, що дозволить не тільки інтенсифікувати процес переробки сировини, зменшити витрату енергоресурсів, але й значно оздоровити повітряний басейн у районі дії підприємств за рахунок різкого скорочення об'єму газів і одержати висококонцентровані сірковмісні гази, які використовуються у виробництві сірчаної кислоти й елементарної сірки;

9) розроблення й широке впровадження на металургійних підприємствах високоефективного очисного встаткування, а також апаратів контролю різних параметрів забруднення навколишнього середовища;

10) найшвидше розроблення і впровадження нових прогресивних маловідхідних і безвідхідних процесів, маючи на увазі бездоменний і безкоксовий процеси одержання сталі, порошкову металургію, автогенні процеси в кольоровій металургії й інші перспективні технологічні процеси, спрямовані на зменшення викидів у навколишнє середовище;

11) розширення застосування мікроелектроніки, автоматизованих систем управління тощо у металургії з метою економії енергії й матеріалів, а також контролю утворення відходів і їхнього скорочення.

7.2.4 Види відходів металургії і напрямки їх утилізації

Шлаки — побічні продукти плавки чорних і кольорових металів, спалювання твердих видів палива, а також електротермічної сублимації фосфору. Склад шлаків наведено в табл. 7.1.

Таблиця 7.1 — Склад шлаків

Si ₂	Al ₂ O ₃	Fe ⁺ Fe ₂ O ₃	Ca	Mg	Mn	SO ₂
35-40%	7-45%	0,3-4%	37-47%	2-3%	1-4%	0,5-1,5%

Основна характеристика шлаків — гідравлічна активність, тобто здатність у здрібненому виді взаємодіяти з водою й твердіти, перетворюючись на міцний камінь. За своїми фізико-хімічними властивостями вони близькі до цементу.

Напрямки використання розрізняють за видами шлаків:

Відвальні доменні шлаки — результат зливання шлакових розплавів у відвали. За формою — шматки різного розміру й пористості (щільні й

пористі шлаки). Мають підвищену здатність до поглинання води. Застосовуються в житловому й дорожньому будівництві:

1) як наповнювач будівельних розчинів:

- щебені — бетон, основи дорожніх покриттів;
- пісок — асфальтобетон.

2) як сполучні будівельних розчинів:

– добавка для підвищення активності розчину у вигляді суміші відвального й меленого основного гранульованого шлаків.

Гранульовані доменні шлаки — результат охолодження шлакових розчинів водою під час їхнього зливання з наступним сушінням. Застосовуються як сполучні в будівельних розчинах, замінюють цемент цілком або частково:

1) **шлакопортландцемент** — суміш «портландцемент + гранульовані шлаки + гіпс (активізатор, 5%)». Недолік: знижена температурна стійкість;

2) **вапняно-шлаковий цемент** — суміш «гранульовані шлаки + гідратне вапно + гіпс (активізатор, 5%)»;

3) **сульфатно-шлаковий цемент** — суміш «гранульовані шлаки + сульфат кальцію + добавки + гіпс (активізатор, 5%)».

Шлакова пемза — штучний пористий матеріал, який одержують спучуванням і охолодженням розплавлених металургійних шлаків з наступним дробленням і сортуванням. Застосовується як заповнювач будівельних розчинів з метою зниження маси й підвищення міцності конструкцій.

Шлакове лиття отримують за схемою «відливка — відпал — повільне охолодження по шарах гарячих шлаків». Застосовується в таких цілях:

1) **литі пористі блоки для стін** — поризація шлакового розплаву здійснюється парою безпосередньо перед відливанням. Переваги: зниження маси конструкцій, підвищення теплозберігаючих і звукоізолюючих властивостей матеріалу, здешевлення будівництва;

2) **литі армовані блоки** для будівництва житлових будинків. Переваги: підвищена довговічність і міцність конструкцій, знижена вартість;

3) **великі неармовані дорожні плити**. Переваги: зниження частки ручної праці при укладанні плит, а також підвищення якості поверхні;

4) **камінь і плитка** для мостіння доріг і підлог;

5) **труби** з антикорозійними властивостями.

Шлакоситали — щільна склокристалічна речовина. Власний колір шлакоситалів — чорний. Інші кольори можна одержати добавкою окислювачів, наприклад, для білого кольору необхідно додати Na_2SO_3 , селітру, NaCl . За необхідності вилиття фарбується керамічними фарбами. Основні властивості: підвищена міцність; підвищена температурна стійкість; знижена щільність; підвищена хімічна стійкість. Основний недолік — висока крихкість матеріалів. Застосовуються як плитки для облицювання стін і підлоги; стрічок для намотування антикорозійних труб; пресованих сантехнічних виробів — умивальники, ванни тощо.

7.3 Паливно-енергетичний комплекс

7.3.1 Вуглевидобуток

Для вугільної промисловості найбільш ефективні технології пов'язані з переходом від механічних до нових способів видобутку, які істотно підвищують віддачу родовищ.

Досить перспективним є розвиток технологій, основаних на прогресивних методах руйнування вугілля й порід.

Гідроударний метод оснований на накопиченні енергії водяного струменя. Переваги полягають у тому, що витрата води не перевищує тієї кількості, що витрачається в традиційному вуглевидобутку на пилевловлювання. Природна вологість, що одержується в результаті застосування методу, не впливає негативно на збагачення й коксування вугілля. Цей метод дає можливість подальшого впровадження гідротранспортування вугілля — перекочуванні відмитого вугілля по трубопроводу безпосередньо споживачеві, наприклад на ТЕС. Додатковий ефект забезпечується за рахунок відсутності відкладення шламів, які зазвичай накопичуються у відвалах після зневоднювання.

Для низькосортних вугіль досить перспективними є **методи газифікації й гідрогенізації**, які дозволяють не тільки розширити видобуток вугілля, але й використовувати побічні продукти.

Родовища вугілля багаті метаном, сіркою, сірчаним колчеданом, а у відходах вугільної промисловості містяться алюміній, кремній, сірчана кислота. Комплексна переробка вугіль означає виділення й використання цих елементів.

Традиційним і основним до сьогоднішнього часу є енергетичне використання вугілля. Разом з тим його структура й властивості свідчать про наявність об'єктивних умов і високої ефективності розширення комплексної переробки вугілля. При комплексній переробці вугілля можна одержати безліч найменувань продуктів: кокс, напівкокс, бензол і його похідні, толуол, феноли, нафталін, кам'яновугільні масла та ін. В окисних процесах з вугілля можна одержувати технологічні гази, які застосовуються для одержання водню й хімічних синтезів. Поряд з цим можна отримати сполуки алюмінію, кремнію й ряду рідкісних елементів, що не утворюють самостійних родовищ.

Основний напрямок переробки вугілля — коксування. **Кокс** — один з необхідних видів сировини для чорної металургії. **Коксовий газ**, незважаючи на досить високий вміст азоту, оксидів сірководню й вуглецю, можна ефективно використовувати як паливо — переважно як технологічне паливо й сировину для хімічної промисловості. Зокрема, коксовий газ є найважливішим джерелом виробництва бензолу, а також водню, на основі якого одержують аміак.

Кам'яновугільна смола, що містить близько 300 сполук, є вихідною сировиною для виробництва численних продуктів, що знаходять широке й різноманітне застосування, зокрема креозотове масло, що одержують з неї, застосовують для просочення шпал і дерев'яних балок. Вуглеводні антраценового масла використовуються для виробництва барвників, лаків, пластичних мас та ін. Феноли вживаються при збагаченні поліметалевих руд. Напівкокс використовують як паливо.

Цінною сировиною для виробництва дефіцитних хімічних продуктів є буре вугілля, що містить значну кількість бітуму. Насамперед мова йде про виробництво **гірського воску**, що відрізняється хімічною стійкістю, механічною міцністю, вологостійкістю, низькою електропровідністю тощо. Ці різноманітні якості обумовили широке застосування гірського воску в багатьох галузях промисловості — авіаційній, машинобудівній, текстильній, целюлозно-паперовій, шкіряній та ін. Крім того, велике значення має одержання **вуглелугових реагентів**, що використовуються у нафтогазовидобувній промисловості при проходці свердловин для обробки глинистих розчинів.

Важливий напрямок комплексної переробки вугілля пов'язаний з одержанням високоенергетичного бездимного палива у вигляді коксобрикетів, вугільних брикетів тощо.

Однією з особливостей вугільної промисловості є не тільки потреба води, але й попутне її одержання при розробленні родовищ. Великі об'єми припливу шахтних вод, що відрізняються ступенем мінералізації й різноманітним хімічним складом, потребують їхньої комплексної переробки. Поряд зі знешкодженням їх перед скиданням у ріки й водойми, одержанням прісної питної або технічної води при комплексній переробці можна одержати різноманітні мінеральні солі й речовини — карбонат кальцію й гідроксид магнію, сульфат натрію, хлорид натрію. Ефективне також використання в будівництві шламів, що утворюються при видаленні із шахтних вод зважених речовин, що мають у своєму складі вугілля, кварц, гідросмолу, каолінит. Додавання шламу при виготовленні цементу знижує енергетичні витрати, а введення його при виготовленні бетонних виробів підвищує їхню міцність.

Практичний інтерес становить утилізація тепла, що міститься в рудничному повітрі, яке надходить у великій кількості через численні шурфи й вентиляційні стовбури шахт. Температура повітря, що виходить із багатьох глибинних шахт, протягом року знаходиться в діапазоні величин, що є сприятливими для використання в теплицях.

Великі перспективи пов'язані з використанням **шахтного метану** шляхом спалювання з іншими видами палива. Найбільш ефективним є спосіб утилізації інших відходів вуглеобробки шляхом їх спалювання в топках.

7.3.2 Газовидобуток

Родовища природних газів характеризуються переважно багатокомпонентним вуглеводневим складом з умістом значної кількості важких вуглеводнів і домішок (сірководню, двоокису вуглецю, меркаптанів тощо), а також цінних неорганічних компонентів (гелію, азоту тощо). Тому такі родовища слід розглядати не тільки як паливні, але й як сировинні ресурси для одержання цінних газопродуктів. Разом з тим освоєння родовищ природних газів із багатокомпонентним складом потребує значних додаткових капітальних і експлуатаційних витрат.

Проблема комплексного використання природного газу включає широке коло питань, пов'язаних як із забезпеченням ефективної газопереробки, так і з забезпеченням раціонального його використання самими газоспоживачами.

Один з основних напрямків ефективного використання газової сировини є його комплексна переробка на газопереробних заводах. У результаті досягається:

- залучення в обіг великих ресурсів природних газів, що містять агресивні домішки, використання яких неможливе без очищення;
- виробництво цінних продуктів, що виділяються при глибокому криогенному поділі газових сумішей (гелію, етану, широкої фракції легких вуглеводнів) і при утилізації побічних компонентів сіркоочищення (сірки із сірководнів, меркаптанів тощо);
- підвищення продуктивності газотранспортних систем унаслідок зменшення густини газу;
- підвищення надійності й терміну служби газотранспортних і газорозподільних систем.

Уведення в експлуатацію родовищ, що містять важкі вуглеводні, зробило актуальною проблему ефективного використання **газового конденсату**, що є цінною нафтохімічною сировиною й майже готовим світлим нафтопродуктом. Після сепарації з виділенням легких вуглеводнів і стабілізації виходить сировина для нафтохімічної промисловості, у першу чергу сировина для виробництва світлих нафтопродуктів (автобензину, дизельного й реактивного палива). Тут вихід продукції становить більше 95% узятій для переробки сировини.

До складу газового конденсату входить значна кількість ароматичних і нафтоених вуглеводнів, завдяки чому він є найціннішою сировиною для виробництва бензолу, толуолу й ксилолів — вихідних продуктів для одержання пластмас, синтетичних волокон, полімерних матеріалів.

Доцільним є комбінування технологічних процесів одержання різних компонентів природного газу. У результаті досягаються такі цілі:

- зниження витрат енергії за рахунок побудови єдиних систем тепло- і холодообміну;

- зниження втрат природної сировини за рахунок виключення проміжних операцій;
- підвищення ефективності використання вторинних енергетичних ресурсів;
- зниження втрат на транспортування газу усередині підприємств, а також між ними;
- виключення необхідності відновлення властивостей продуктів, утрачених при транспортуванні — сушіння, очищення.

7.3.3 Нафтовидобуток

Застосовувані сьогодні способи видобутку нафти припускають використання її родовищ тільки на 30 - 35%. До числа найбільш перспективних слід віднести газліфтний спосіб експлуатації шпар. Принципова його відмінність від традиційних полягає в тому, що нафта піднімається на поверхню не за допомогою насоса, а за рахунок подачі газу, що і виконує функцію «ліфта». Особливо ефективною ця технологія є в нових нафтовидобувних районах, оскільки трудомісткість обслуговування свердловини знижується на 35 - 40% порівняно з традиційними методами.

Надзвичайно широкими є перспективи впровадження технологій видобутку нафти з використанням нових фізико-хімічних, теплових й інших методів (витиснення нафти парою, водою з високими термодинамічними параметрами, впливу на нафтові шари магнітними, акустичними й тепловими полями тощо). Суть усіх цих методів зводиться до того, щоб створити в продуктивних шарах умови для кращого їхнього виробітку й більш інтенсивного надходження нафти в свердловини. Упровадження їх дозволяє підвищити нафтовіддачу на 10% і більше, що у світових масштабах означає додаткове одержання сотень мільйонів тонн нафти.

Збільшення нафтовіддачі шарів має супроводжуватися впровадженням прогресивних методів переробки нафти. Наприклад, безвідхідна технологія термодіафрагмного крекінгу важких залишків нафти, що добре вписується у технологічну схему діючих нафтопереробних підприємств, підвищує вихід світлих нафтопродуктів на 30%. Підвищення ступеня переробки нафти пов'язане не тільки зі збільшенням комплексності переробки, але й зі зміною структури її споживання. У цей час при переробленні нафти залишається до 40% мазуту, що потім спалюється як паливо. Однак мазут — цінна сировина для одержання парафіну, дистильованих масел, бутилових спиртів тощо.

Є безліч альтернативних технологій комплексної переробки нафти, однак більшість з них оснований на традиційному понятті про нафту як про основне джерело енергії. Нафта може бути найважливішим джерелом видобутку ванадію, нікелю, міді й інших металів. Є в нафті й такі рідкі метали, як ртуть, берилій, скандій, галій, германій, але все-таки пріоритет

належить ванадію. Концентрація його у важкій нафті й природних бітумах іноді перевищує вміст у руді. Основними напрямками безвідхідної технології в цьому напрямку є впровадження технологій нафтопереробки з добуванням ванадію як основного компонента (гідрокрекінг, гідроочищення нафтових фракцій на каталізаторах з наступною переробкою й добуванням коштовних металів), а також створення спеціальних печей, призначених для спалювання нафтового палива з одночасним виділенням тепла й продукту з умістом ванадію. Одержувана у другому випадку нафтова сажа може при цьому відразу ж бути сировиною для чорної металургії при одержанні ванадійвмісних сталі й чавуну без добування ванадію з неї.

7.3.4 Види відходів і напрямки їх утилізації

Відходи **вугільної промисловості** є великотоннажними. Загальна проблема вугільної промисловості — великий відвід територій під складування відходів. Крім того, породи у відвалах териконів являють собою суміш вуглецю (вугілля) і сірки (пірит), які при доступі кисню з повітря під тиском шарів великої товщини можуть самозайматися. Під час горіння в атмосферу виділяються оксиди сірки й вуглецю, що являють собою токсичні гази.

Розділити відходи вугільної промисловості можна на дві групи.

Горілі породи. Відвальні породи вуглевидобутку на сучасному етапі доцільніше використовувати не відразу, а після їхнього складування у відвали. У великих масах відвалів відбувається природний випал порід, що підвищує їхню міцність за рахунок випалу глинистих включень, що, однак, призводить до виділення в повітря токсичних газів. Склад горілих порід неоднорідний, розрізняються вміст вологи й вуглецю, а також доступ повітря (табл. 7.2).

Таблиця 7.2 — Склад горілих порід

Si ₂	Al ₂ O ₃	Fe ⁺ Fe ₂ O ₃	Ca	Mg	Mn	SO ₂
49-62%	20-40%	2-13%	1,5-3,5%	0,3-1%	0,4-1,2%	0,3-1,5%

Також у складі порід 0,3 - 1,5% домішок — пил, порода, органічні домішки. Неповний випал глинистих фракцій призводить до зниження морозостійкості й міцності порід. Застосовуються:

– для формування нижнього шару двошарових дорожніх асфальтових покриттів. Необхідними операціями для якісного застосування порід є дослідження складу порід, обробка органічним сполучним для зниження водопоглинання, обробка гідроізолюючими розчинами, а також формування гідроізолюючого шару дорожнього покриття;

– після автоклавної обробки як наповнювач бетонів разом із гранульованими шлаками;

– як наповнювач силікатного вугілля — «свіжі», необпалені породи з достатнім умістом вугілля підвищують міцність цегли за рахунок його внутрішнього випалу;

– як основа кріпильного бетону — матеріалу для виготовлення кріплення підземних виробітків. Перевага: підвищена солестійкість.

Відходи вуглезбагачення — шлами, флотошлами. Утворюються при гідрозбагаченні вугілля і являють собою водну суспензію вугільної породи після виділення збагачених фракцій вуглецю. Основний недолік — досить високий вміст води. Склад шламів наведено в табл. 7.3.

Таблиця 7.3 — Склад шламів

Si ₂	Al ₂ O ₃	Fe ⁺ Fe ₂ O ₃	Ca	Mg	K ₂ O	SO ₂
25-50%	16-30%	2-6%	3-4%	0,7-1,9%	0,6-3%	0,7-2,9%

Також до складу порід у вигляді домішок входять Zn, B, Mn, Cu, Ti, Mb, Va. Застосовуються:

– для одержання глиняної цегли. Перевага — підвищена пластичність шламів при формуванні;

– для виготовлення перегородкових плит;

– для одержання покриттів у дорожньому і гідротехнічному будівництві;

– у сільському господарстві як добриво;

– як сировина для добування рідкісних металів;

– як компонент виробництва сірчаної кислоти з піриту.

Для підвищення ефективності використання вуглеводневої сировини важливе значення має зменшення втрат **газового конденсату** на всіх виробничих переділах **газовидобутку**: видобутку, промисловій обробці, транспортуванні й переробці. Залежно від складу природного газу й умов сепарації конденсат містить до 25% легких вуглеводнів (метану, етану, пропану, бутану). У більшості родовищ ці цінні компоненти при розгазуванні конденсату втрачаються або в найкращому разі використовуються як паливо. Джерело втрат — недосконалість технологічних схем видобутку й підготовки газового конденсату на промислах.

7.4 Традиційна енергетика

Напрямки розвитку безвідхідних технологій:

– підвищення повноти спалювання палива;

– перехід до нетрадиційних, непаливних методів виробництва енергії;

– нові способи спалювання зі зменшенням газоподібних викидів;

- уловлювання газоподібних і пилових відходів;
- переробка рідких відходів, очищення стічних вод і побудова замкнутих систем водопостачання;
- переробка твердих відходів, використання великотоннажних відходів в інших галузях.

Використання скидного тепла електростанцій дозволяє зменшити витрати органічного палива й підвищити ефективність роботи встаткування. Скидне тепло електростанцій використовується для промислово-побутового опалення.

Величезний обсяг за масштабами відходів виробництва паливно-енергетичного комплексу становить низькопотенціальне тепло енергооб'єктів. Зараз воно практично не використовується і є одним з джерел теплового забруднення навколишнього природного середовища. Утрати при цьому містять в тому числі величезні об'єми палива, що використовується для одержання тепла.

Перспективний напрямок утилізації низькопотенціального тепла — створення на базі ТЕС і АЕС енергобіологічних комплексів. При цьому джерелом тепла стає власне електростанція, а споживачами — сільськогосподарські ділянки теплового зрошення й підґрунтового обігріву теплиць, рибницьких господарств, тваринницьких ферм тощо. Принципова відмінність комплексів — збалансованість вироблюваної й споживаної теплової потужності.

Використання тепла для теплового зрошення й ґрунтового обігріву дозволяє регулювати теплові характеристики ґрунту, продовжити період вегетації різних культур, боротися із заморозками на ґрунті. У цьому випадку з'являється можливість побудови замкнутих систем теплового водопостачання за умови обов'язкового контролю хімічного складу води.

У той же час ґрунтовий обігрів тепловою циркуляційною водою по замкнутому циклі дозволяє відмовитися від спорудження градирень, функції яких виконують системи теплової меліорації. Також стабілізація режиму відводу скидного тепла дозволяє підвищити робочу потужність енергоблоків.

7.4.1 Види відходів і напрямки їх утилізації

Під час роботи паливних електростанцій утворюються два види твердих відходів. **Шлаки** від спалювання твердого палива характеризуються меншою крупністю порівняно з металургійними шлаками. **Зола** — незгорілий залишок мінеральних домішок різних видів палива при його згорянні (склад золи зазначено в табл. 7.4). Крім того, утворюються **газоподібні відходи** — оксиди сірки й азоту.

Зола застосовується:

- 1) у житловому будівництві:
 - як сполучне (15 - 30%) у бетонній і розчинній будівельній сумішах;

Таблиця 7.4 — Склад золи паливних електростанцій

Si ₂	Al ₂ O ₃	Fe ⁺ Fe ₂ O ₃	Ca	Mg	K ₂ O	SO ₂
30-70%	10-30%	1-14%	1,5-40%	1-5%	1,5-22%	0,5-10%

– як добавка в гіпсові й вапняні сполучні для підвищення їх гідровлічності;

– як компонент лужних сполучних;

– як добавка в глину, що підвищує будівельні якості цегли й бетону на її основі;

– як утеплювальне засипання в міжплитні простори будівельних конструкцій;

2) у дорожньому будівництві:

– як добавка в асфальтобетон;

– як стабілізатор ґрунтів;

3) у металургії:

– для одержання гранульованого феросиліцію з наступним використанням у виробництві феросплавів;

– одержання із зольної шихти рідкісних металів і елементів;

4) у сільському господарстві:

– як добриво для вапнування кислих ґрунтів, а також їх збагачення калієм та іншими корисними елементами.

Шлаки застосовуються:

1) у житловому будівництві:

– як наповнювач звичайних бетонів;

– для виготовлення дрібнозернистого бетону й виробів на його основі;

– для збагачення дрібнозернистого піску й великих заповнювачів на основі щебенів;

– для виготовлення спеціальних важких бетонів з підвищеною кислотною стійкістю й паростійкістю;

– сировина для мінеральної вати — волокнистого утеплювального матеріалу;

2) у дорожньому будівництві:

– усі види засипання, підсипання при підготовці підстилкового шару дорожнього покриття.

Зольний гравій — штучний пористий матеріал із зернами округлої форми, який одержують із золи послідовно гранулюванням, спіканням гранул і спучуванням. Для підвищення міцності проводять попереднє прожарювання зерен зольного гравію. Застосовується як наповнювач легких бетонів.

Силікатна цегла з додаванням золи. Недолік матеріалу — низька морозостійкість. Переваги цього способу виготовлення силікатної цегли:

- економія твердого палива й реактивів, оскільки сушіння золи здійснюється теплом, що виділяється при гасінні вапна золою;
- пори в силікатній цеглі заповнюються золою;
- підвищена пластичність і формівність;
- знижена витрата вапняного сполучного.

7.5 Хімічна й нафтопереробна промисловість

7.5.1 Напрямки розвитку безвідхідних технологій

У хімічній і нафтопереробній промисловості у великих масштабах в технологічних процесах необхідно використовувати:

- окислювання й відновлення із застосуванням кисню, азоту й повітря;
- електрохімічні методи, мембранну технологію поділу газових і рідинних сумішей;
- біотехнологію, включаючи виробництво біогазу із залишків органічних продуктів;
- методи радіаційної, ультрафіолетової, електроімпульсної й плазменої інтенсифікації хімічних реакцій.

7.5.2 Види відходів і напрямки їх утилізації

Полімеризат — продукт переробки залишків синтетичних жирних кислот. Застосовується як добавка до бітуму.

Відходи виробництва полістиролу:

- **полістирольний пил** — добавка до бітуму;
- **кускові відходи полістиролу** — основа пенополістиролбетону, до складу якого входить цемент, вода й пенополістирольний щебень. Використовується для створення теплоізоляційного шару дорожніх покриттів і стін будинків. Перевага: зниження вартості як виробництва власне пінополістиролу, так і теплоізолюючих матеріалів;
- добавка для підвищення активності розчину у вигляді суміші відвального й меленого основного гранульованого шлаків.

Кубові залишки ректифікації стиролу — продукт очищення стиролу. Використовується як добавка в асфальтобетони на основі бітуму для підвищення морозостійкості.

Вуглеводнеформальдегідна смола — побічний продукт фенольних заводів, що являє собою кубові залишки ректифікації нафталіну при його формальдегідному очищенні. Використовується як сполучне.

Відходи коксохімічного виробництва використовуються в житловому й дорожньому будівництві як сполучні й добавки до них, а також як антикорозійні матеріали й заповнювачі теплоізоляційних блоків.

7.6 Будівельна галузь

Бетон — це штучний кам'яний матеріал, що одержують у результаті затвердіння бетонної суміші, що складається з заповнювачів, сполучного, води і, при необхідності, спеціальних добавок. Найкраща якість бетону виходить при співвідношенні В/Ц (вода/цемент) не більше 0,30. Але укласти в опалубку такий бетон дуже складно — бетонна суміш виходить дуже твердою, практично напівсухою. Збільшення кількості води дозволяє підвищити рухливість бетонної суміші, така бетонна суміш набагато швидше укладається в опалубку, рівномірно заповнює весь об'єм будівельної конструкції, її не треба довго й ретельно вібрувати, але це знижує міцність бетону, підвищує його пористість і усадку, подовжує строки схоплювання, збільшує водопоглинання, знижує морозостійкість, а тому й довговічність. Знижена щільність бетону не забезпечує збережність арматурної сталі, що спричиняє корозію арматур. Збільшення В/Ц на 0,01 знижує міцність бетону в середньому на 1 - 3%, а морозостійкість — на 5 - 10%.

Добавки — це речовини, призначені для регулювання властивостей бетону й бетонної суміші. Добавки вводяться в бетонну суміш при її готуванні. Добавки поділяють на хімічні (розчинні у воді), які вводяться в бетон з водою заутвору, й мінеральні (нерозчинні у воді), які вводяться в бетон у сухому виді, зазвичай за допомогою дозатора цементу.

Застосування добавок дозволяє одержати бетони із заданими властивостями в дуже широких межах:

- бетонні суміші, що самоущільнюються;
- бетони з міцністю на стиск до 1000 кг/см^2 ;
- суміші з морозостійкістю до $M_{рз} = 3000$;
- бетони, здатні витримувати температури до 1000°C ;
- бетонні розчини з рухливістю до 25 см;
- суміші, що твердіють на морозі до -25°C .

Бетони здатні сторіччями працювати в найтяжчих умовах при постійному змочуванні водою. Класифікацію добавок для бетонів наведено у таблиці 7.5.

7.6.1 Пластифікатори-сповільнювачі

Пластифікатор — це речовина, введення якої в бетонну суміш збільшує її рухливість. Поверхнево-активні речовини, що входять до складу пластифікаторів, адсорбуючись на поверхні зерен цементу, зменшують тертя між ними, завдяки чому суміш стає більш текучою (пластичною). При цьому одночасно пластифікатори сповільнюють гідратацію цементу, що призводить до зменшення темпу затвердіння бетону, а перевищення оптимального дозування добавки може призвести до значного зниження темпів зміцнення й навіть до несхоплювання бетонної суміші.

Таблиця 7.5 — Класифікація добавок для бетонів і розчинів

№ п/п	Група	Критерії ефективності
1	Пластифікатори	Збільшення рухливості бетонної суміші без зниження міцності
2	Стабілізатори	Зменшення водовіддачі та тиску в бетонопроводі
3	Сповільнювачі схоплювання	Збільшення часу втрати рухливості бетонної суміші
4	Прискорювачі схоплювання	Прискорення схоплювання
5	Ущільнювачі	Підвищення марки бетону за водонепроникністю
6	Газоутворювачі	Утворення газу в ущільненій бетонній суміші, збільшення морозостійкості
7	Повітрязахоплювачі	Утримання повітря в ущільненій бетонній суміші, збільшення морозостійкості
8	Піноутворювачі	Одержання пористої структури бетону
9	Протиморозні добавки	Забезпечення твердіння бетону й розчину при низькій температурі
10	Інгібітори корозії сталі	Підвищення корозійної стійкості
11	Гідрофобні добавки	Зниження водопоглинення бетону
12	Бактерицидні добавки	Утворення біоцидних розчинів і бетонів для будинків і споруд

Оскільки ефект пластифікації в бетонній суміші одночасно із твердінням бетону властивий більшості матеріалів, ці добавки слід віднести до однієї групи — пластифікаторів-сповільнювачів.

Існують три основні напрямки використання добавок-пластифікаторів:

- збільшення рухливості бетонної суміші;
- економія цементу;
- збільшення міцності бетону.

7.6.2 Суперпластифікатори й комплексні добавки

Суперпластифікатор — це хімічна добавка, введення якої в бетонну суміш збільшує рухливість бетонної суміші без утрати міцності бетону. Більшість сучасних суперпластифікаторів є спеціально синтезованими речовинами, що, з одного боку, дозволяє одержати від них стабільний ефект, а з іншого — збільшує вартість таких добавок. Уведення суперпластифікатора в бетонну суміш призводить до диспергування частинок бетонної суміші й води, тобто частинки починають

відштовхуватися одна від одної, через що суміш стає більш текучою й тиксотропною (властивість бетонної суміші розріджуватися при механічних впливах і знову загустівати у спокійному стані).

Для бетону застосування суперпластифікаторів дає значні переваги:

1. При високій рухливості бетонної суміші різко знижується розшарованість, бетонна суміш стає набагато тиксотропнішою (здатною розріджуватися від механічного впливу) при збереженні щільної структури.

2. Збільшується продуктивність бетононасосів і різко знижується спрацювання устаткування, збільшуються висота й дальність подачі бетонної суміші.

3. Швидкість і якість укладання бетонної суміші різко підвищуються. Вібрування стає більш ефективним. Скорочується час на укладання бетонної суміші. Питомі трудовитрати й витрати на експлуатацію машин і механізмів знижуються.

4. Зниження кількості води заутвору забезпечує більш щільний контакт бетонної суміші, який твердіє, з арматурною сталлю, що приводить до збільшення міцності зчеплення.

5. Дозволяє зекономити до 30% цементу. Хоча такий показник виходить тільки за певних умов (залежить від цементу, піску, щебенів і навіть води), але на високорухливих сумішах економія цементу складе не менше 15% порівняно з бетоном без добавки рівної міцності й рухливості.

6. Швидкість набору міцності бетону залежить від кількості води заутвору. Пластифікатори знижують кількість води заутвору, що призводить до значного збільшення насамперед ранньої міцності. Добова міцність збільшується на 50 - 80%, тридобова — на 60 - 100%. Зняття опалубки (розпалубка) з монолітних конструкцій можлива на 2 - 3 доби раніше, що збільшує оборотність інвентарної опалубки і, отже, фондівіддачу й скорочує строки будівництва.

7. Застосування суперпластифікатора в багатьох випадках може повністю виключити прогрів конструкцій (електропрогрівання, прогрівання паровою сорочкою тощо), що дозволяє зберігати енергоресурси й застосовувати опалубку більш простої конструкції.

8. Затверділий бетон має більш щільну однорідну структуру і, отже, високу марочну міцність, що немаловажно для конструкцій, які бетонуються з готовою лицьовою поверхнею. Якість поверхні є важливою для подальших оздоблювальних робіт (зниження їхньої трудомісткості й вартості). Відпадає необхідність ремонту раковин і тріщин або виготовлення додаткових оздоблювальних шарів для вирівнювання поверхні.

9. Експлуатаційні характеристики (морозостійкість і водопоглинання) набагато вищі, що підвищує довговічність конструкції.

Сучасні суперпластифікатори поділяють на три групи:

- 1) модифіковані лігносульфонати;
- 2) полінафталінсульфонати;

3) полімеламінсульфонати, полікарбоксилати й поліакрилати.

Модифіковані лігносульфонати — це продукти модифікації лігносульфонатів — широко розповсюдженого великотоннажного відходу целюлозно-паперового виробництва. У чистому виді лігносульфонати є пластифікаторами, що мають непоганий пластифікуючий ефект, але сприяють істотному зниженню міцності твердіння бетону. Тому активно велися роботи з поліпшення їхніх властивостей і зниження недоліків, що привело до появи модифікованих лігносульфонатів. Практично всі види модифікованих лігносульфонатів безпечні для людини й жодним чином не погіршують бетон.

Комплексні добавки зазвичай являють собою суміш декількох компонентів, підбрану таким чином, щоб вони знижували недоліки один одного і, якщо це можливо, спільно збільшували загальну ефективність (так званий «кумулятивний ефект»). Якщо звичайні добавки класифікують за механізмом дії, то комплексні добавки — за областю застосування: наприклад «літня добавка», або «зимова добавка», або «добавка для бетонів з підвищеною морозостійкістю».

7.6.3 Протиморозні добавки й добавки-прискорювачі

Протиморозна добавка — це речовина, введення якої в бетонну суміш дозволяє проводити бетонні роботи при низьких температурах. При температурі нижче нуля вода, перетворюючись на лід, збільшується в об'ємі, створюючи напруження в замкнутому просторі міжзернинних порожнин бетону. Сила таких напружень величезна. Вода, що перетворилася на лід, здатна, у найгіршому разі, просто «розірвати» бетонну конструкцію. Зазвичай такого не буває, але заморожування бетону на ранніх строках твердіння призводить до зниження міцності. Бетон з міцністю більше 50% від марочної вже здатний чинити опір воді, що замерзає. У разі його заморожування він набуває стану, схожого на «анабіоз», коли реакція гідратації різко вповільнюється. А коли бетон розморожується, збільшення міцності відновлюється.

Уведення в бетонну суміш протиморозних добавок — технологічно найбільш простий, зручний і економічно вигідний спосіб зимового бетонування. З урахуванням областей застосування протиморозні добавки можна розділити на дві групи:

1) добавки, що знижують температуру замерзання рідкої фази й прискорювальне твердіння бетону (добавки-антифризи). До них належать нітрит натрію, хлорид натрію й форміат натрію;

2) добавки, що поєднують у собі здатність до прискорення процесів схоплювання й твердіння бетонів з ефектом зниження температури їх замерзання. До них належать поташ, хлористий кальцій, нітрит-нітрат хлориду кальцію (ННХК).

Хлористий кальцій — прискорювач твердіння й протиморозна добавка. Його одержують як побічний продукт при виробництві соди за аміачним способом. Він скорочує строки схоплювання, але викликає корозію арматурної сталі, тому хлористий кальцій слід застосовувати для виробництва неармованих бетонних виробів, наприклад, тротуарної плитки й пінобетону.

7.6.4 Мінеральні добавки

Мінеральні добавки являють собою порошки, що не розчиняються у воді. Їх одержують із природної або техногенної сировини. Не розчиняючись у воді, мінеральні добавки є частиною тонкої складової твердої фази бетону.

Мінеральні добавки дозволяють забезпечувати економію цементу й високу експлуатаційну надійність бетонів, а також значне підвищення міцності. Заповнюючи порожнини між зернами цементу, вони сприяють ущільненню структури бетону. При цьому значно зменшуються розміри повітряних пор, підвищується реакційна здатність суміші цементу з наповнювачем. Мінеральні добавки поділяють на хімічно активні й інертні. Активні добавки здатні в присутності води взаємодіяти з $\text{Ca}(\text{OH})_2$ при звичайних температурах, утворюючи сполуки, що мають в'язкі властивості.

Необхідно зробити невеликий відступ і пояснити, що таке гідроксид кальцію — $\text{Ca}(\text{OH})_2$, оскільки нижче піде мова про способи його нейтралізації. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ утворюється в цементному тісті під час гідратації цементних мінералів, в основному аліту ($3\text{Ca}\cdot\text{Si}_2$). Кількість $\text{Ca}(\text{OH})_2$ у повністю прогідратованому цементі, де він існує у вигляді плоских або призматичних кристалів, становить 20 - 25% твердої речовини. Головним недоліком гідроксиду кальцію є його низька міцність, крім того, він є хімічно активною речовиною, що реагує з вуглекислим газом повітря, із сульфатами й хлоридами. Речовиною, що зв'язує $\text{Ca}(\text{OH})_2$, є пуцоланова добавка — активна мінеральна добавка, що здатна в присутності вапна виявляти гідравлічні властивості. Реакція відбувається з утворенням гідросилікату кальцію ($\text{Ca}\cdot\text{Si}_2\cdot\text{H}_2\text{O}$), що дозволяє збільшити міцність клінкерних мінералів і одержати бетони, більш стійкі до зовнішніх впливів.

При введенні пуцоланової добавки в бетон відбувається зміцнення контактної зони між цементним каменем і заповнювачем. Зазвичай ця зона є менш щільною, ніж цементне тісто, і містить велику кількість пластинчастих кристалів $\text{Ca}(\text{OH})_2$, більш піддана утворенню мікротріщин при розтяжних зусиллях, є найбільш слабкою зоною в бетоні й дуже впливає на його міцність. Уведення активних мінеральних добавок значно зменшує кількість і розміри кристалів $\text{Ca}(\text{OH})_2$ і знижує пористість контактної зони.

7.6.5 Зола

Зола застосовується як добавка з метою заміни частини цементу й частини заповнювачів у важкому й легкому бетоні. Уведення оптимальної кількості золи в бетони поліпшує здатність до нанесення на оздоблювані поверхні, знижує усадку й водопроникність, забезпечує необхідну міцність і може забезпечити морозостійкість бетону до $M_{рз} = 100 - 300$. Застосування золи не робить негативного впливу на деформації повзучості, усадки й на модуль пружності бетону звичайного складу, підвищує корозійну стійкість залізобетону й сульфатостійкість бетону.

Явище підвищення міцності бетону при введенні в його склад золи ТЕС пояснюється утворенням найбільш дрібними зернами цієї мінеральної добавки центрів кристалізації, що прискорює початкову стадію хімічного твердіння в контактній зоні цементу. При введенні меленого піску й золи в дрібнозернисті й звичайні важкі бетони в оптимальній кількості їхня міцність збільшується в 1,4 - 2,2 рази (при постійному В/Ц). На даний момент у Європі практично всю золу, яка виробляється тепловими електростанціями, що працюють на вугіллі, збирають й використовують в бетонах. У нашій країні, на жаль, цей процес поки перебуває в зародковому стані.

7.6.6 Добавки, що підвищують довговічність бетону

Будівельні конструкції, виготовлені з бетону, здатні більше вбирати вологу, оскільки мають у своїй структурі пори й капіляри. Вода проникає в бетон шляхом абсорбції, що викликається капілярним ефектом. Основними руйнуючими факторами будівельних конструкцій, що впливають на зниження їхньої довговічності, є: перемінне заморожування й відтавання води в порах і капілярах, перемінне зволоження й висушування, хімічні впливи водяних розчинів солей, кислот, лугів. У підсумку конструкція починає втрачати міцність, а потім остаточно руйнується.

Повітровтягування — процес утворення в бетоні великої кількості повітряних пухирців, розподілених у цементному камені. Для забезпечення повітровтягування в бетонну суміш уводять спеціальні повітровтягувальні добавки. Їх використовують в основному для підвищення морозостійкості й водонепроникності бетонів і розчинів. Повітровтягувальна добавка гідрофобізує пори й капіляри бетону, а повітряні пухирці є резервним об'ємом для замерзання води без виникнення великих внутрішніх напружень. Відповідно лід, що утворюється, не буде руйнувати бетон. Повітровтягування поліпшує адгезію бетонної суміші до поверхні, а також зменшує її розшарування й водовідділення. Хоча міцність бетону знижується (1% залученого повітря знижує міцність бетону на стиск на 3%), цей негативний ефект може бути скомпенсований підвищенням

міцності цементного каменю внаслідок зменшення водоцементного співвідношення за рахунок пластифікованого ефекту добавки. Вміст залученого повітря становить зазвичай 4 - 5%.

Крім застосування повітровтягувальних добавок простим, надійним і економічним способом значного підвищення довговічності бетонів є їхня об'ємна гідрофобізація при виготовленні. Гідрофобність — це властивість відштовхувати воду. Гідрофобізатори — це речовини, які надають матеріалу властивості не змочуватися водою. Матеріал не намокає й не насичується водою. Застосування гідрофобізаторів у бетонах дозволяє забезпечити високу міцність, морозостійкість, водостійкість, водонепроникність і корозійну стійкість бетону, при цьому гідрофобізація є екологічно нешкідливою.

7.7 Сільське господарство й харчова промисловість

Особливу групу виробничих процесів, пов'язаних з вирощуванням, збиранням і переробленням їжі, поєднують у єдиний відособлений продовольчий комплекс. Сільськогосподарська сировина, що переробляється харчовою промисловістю, має складний, багатокomпонентний склад. До нього входять білки, жири, вуглеводи, вітаміни й інші органічні та мінеральні речовини. У результаті фізико-хімічних методів переробки сировини в основну продукцію (продукти живлення) переходить тільки частина цих речовин, інша — у побічну продукцію й відходи виробництва. За споживчими властивостями, фізичним й хімічним складом, а часто й за агрегатним станом основна й побічна продукція, відходи виробництва відрізняються одні від одних.

Технологічні процеси переробних підприємств орієнтовані головним чином на видобування із сировини тільки основного компонента: цукор із цукрового буряка, крохмаль із картоплі й зерна, рослинні й ефірні масла з олійних культур тощо. При цьому обсяг сировини, що переробляється, у кілька разів перевищує вихід готової продукції (табл. 7.6).

Специфіка виробництва в харчовій промисловості, обумовлена технологією одержання продукції, складом споживаної сировини, складністю технологічних зв'язків, організаційними ознаками, визначає особливості переведення харчової промисловості на безвідхідне виробництво.

Як правило, у харчовій промисловості застосовуються хімічні й фізико-хімічні методи переробки вихідної сировини. Особливості застосовуваних технологій визначають прямо пропорційну залежність норм виходу готової продукції від хімічного складу сировини, що переробляється. Чим вище питома вага корисних компонентів, тим менше вихід відходів. Тому в харчовій промисловості, де застосовувана сировина має практично постійний склад, норми виходу готової продукції залишаються незмінними протягом тривалого часу.

Таблиця 7.6 — Вихід готової продукції в основних виробництвах харчової промисловості

Вид виробництва	Продукт	Сировина	Кількість сировини на одиницю продукту
Цукробурякове виробництво	Цукор	Цукровий буряк	8
Спиртове виробництво	Спирт-сирець	Картопля	10-11
		Зерно	3-3,5
Крохмале-патокове виробництво	Сухий крохмаль	Картопля	8-9
		Зерно кукурудзи	2
Масло-жирове виробництво: а) екстракційний спосіб; б) пресовий спосіб	Рослинне соняшникове масло	Насіння соняшника	2 2, 1-2,2

Таким чином, на відміну від машинобудування й інших виробництв, основаних на механічних методах переробки сировини, де кількість відходів можна зменшити до мінімуму за рахунок упровадження досконалішої технології, у харчовому виробництві зниження виходу відходів обмежене хімічним складом сировини, що переробляється. Тому переведення харчової промисловості на безвідхідне виробництво зводиться до найбільш повного, економічно ефективного використання всіх корисних компонентів, що містяться у відходах виробництва. Переробка відходів, що мають відмінний від основної сировини хімічний склад і фізичний стан, припускає виробництво інших за призначенням й властивостями продуктів за іншою технологічною схемою. У результаті багатоконпонентний склад сировини, що переробляється, визначає комбінований характер технологічних процесів у харчовій промисловості.

Таблиця 7.7 — Побічна продукція з відходів різних харчових виробництв

Вид виробництва	Основний продукт	Побічна продукція
Спиртове виробництво	Спирт-сирець	Харчові й кормові дріжджі, вуглекислота
М'ясне виробництво	М'ясо й м'ясопродукти	Лікарські препарати
Крохмале-патокове виробництво	Крохмаль	Корм для сільськогосподарських тварин
Цукрове виробництво	Цукор	Сухий гніт, добрива

Проблема комплексного використання сировини в кожній з галузей харчової промисловості має свої особливості. В основному вони пов'язані з фізико-хімічними властивостями й характером їх використання. Відходи, що складаються переважно з води й органічних речовин, у звичайних умовах швидко розкладаються й утрачають свої споживчі властивості. До того ж деякі з них є багатотоннажними рідкими відходами, транспортування яких ускладнене. Через ці причини переробка багатьох відходів виробництва харчової промисловості має здійснюватися одночасно з виробництвом основної продукції.

Особливе значення комплексного використання сировини в харчовій промисловості пов'язане з високою матеріалоємністю виробництва. Серед інших матеріалоємних галузей харчова промисловість відрізняється тим, що відіграє велику роль у забезпеченні життєдіяльності людини.

7.7.1 Види відходів і напрямки їх утилізації

Сьогодні з відходів харчової промисловості можна одержати понад 100 найменувань різних продуктів харчування, корму, добрив тощо. Сучасний рівень розвитку науки й техніки дозволяє утилізувати практично всі відходи виробництва, що утворюються при переробці сільськогосподарської сировини, здійснювати їх переробку. Так, м'яса (побічний продукт цукробурякового виробництва) поряд з використанням в основному виробництві для виготовлення спирту й хлібопекарських дріжджів знаходить застосування для одержання глютамінової і лимонної кислот, при виробництві антибіотиків та інших цінних продуктів. З полісахаридвмісних відходів (соняшникове й зернове лушпиння, оболонки соєвих бобів) сучасна технологія дозволяє одержувати технічні й харчові вуглеводи, різні спирти, розчинники, гліцерин, кормові дріжджі, органічні кислоти, альдегіди, феноли тощо.

При виробництві томатного соку й концентрованих томат-продуктів (паста, кетчуп тощо) як відходи утворюються томатні насіння, що є у свою чергу найціннішою сировиною для виготовлення томатного масла.

Найбільша кількість побічних продуктів і відходів утворюється в цукробуряковому виробництві, а також у дріжджовій, спиртовій і молочній галузях.

Молочне виробництво

При виробництві масла і сиру 50 - 75% сухих речовин молока, у тому числі вся лактоза, перетворюється на побічні продукти й відходи виробництва: знежирене молоко, вершки й сироватку. Для більш повного використання лактози необхідно вдосконалити методи утилізації сироватки на основі роздільної переробки її білкових і безбілкових компонентів, що дозволяє найбільш раціонально їх використовувати: білковий концентрат — для виробництва біологічно збагачених продуктів; безбілковий — для одержання молочного цукру, концентратів для напоїв, кондитерських і

хлібобулочних виробів. Гідроліз лактози підвищує її засвоюваність мікроорганізмами, що дає можливість використовувати її в хлібопекарській, пивоварній і спиртовій галузях.

Молочна сироватка містить повний набір амінокислот, з них близько 40% незамінних, що дозволяє ефективно використовувати її для збагачення кондитерських і хлібобулочних виробів. При гідролізі лактози утворюються більш солодкі продукти: глюкоза й галактоза, що дозволяють заощаджувати сахарозу при виробництві желе, кремів, печива тощо.

Масло-жирове виробництво

Шрот і макуху соняшникового й соєвого зерна можна використовувати для одержання білкових продуктів — добавок до м'ясних, хлібобулочних і кондитерських виробів.

Спиртове виробництво

У процесі виробництва спирту утворюється вуглекислий газ, який використовується для одержання зрідженої вуглекислоти.

Флодоовочеве консервне виробництво

Значні резерви збільшення виробництва харчових рослинних масел пов'язані з підвищенням рівня використання томатного і виноградного насіння, плодкових кісточок і кукурудзяного зародка. Одним із кращих масел вважається томатне, воно засвоюється організмом людини на 97%. Потребу в кісточкових маслах зазнають медична й харчова галузі.

Кукурудзяний зародок — побічний продукт переробки кукурудзяного зерна. Він має бути вилучений до кінцевого використання зерна, оскільки масло, що міститься в ньому, гідролізується й окислюється, що погіршує якість готової продукції — борошна, крохмалю, патоки, глюкози, кукурудзяних кормів. Кукурудзяний зародок являє собою цінну сировину для виробництва харчового кукурудзяного масла, яке використовується в крохмально-патоковій промисловості.

Глютен, який одержують при переробленні кукурудзи на крохмаль, застосовується для виробництва кормів, а також для одержання глютамінової кислоти, глютаміну натрію, білкової пасти й піноутворювача. Глютамінат натрію застосовується як добавка до м'ясних продуктів, що підвищує строк їх зберігання та підсилює смакові властивості.

Картоплекрохмальне виробництво

Відходи виробництва — мезга й картопляний сік — використовуються для виробництва кормів.

Перероблення відходів методом ферментативного гідролізу дає в результаті вуглеводно-білковий гідролізат і білковий корм. Вуглеводно-білковий гідролізат містить вітаміни групи В, амінокислоти, цукри, органічні кислоти й зольні елементи. З огляду на цінні біологічні властивості й специфічний запах гідролізату його використовують в хлібопекарській промисловості як замітник цукру й червоного житнього солоду при виробництві заварних сортів хліба. Також його використовують як

біостимулятор для вирощування кормових дріжджів на вуглеводневих (парафінових) середовищах.

Крахмале-патокове виробництво

Шрот і макуху соняшникового й соєвого зерна можна використовувати для одержання білкових продуктів — добавок до м'ясних, хлібобулочних і кондитерських виробів.

Екологічний ефект рекуперації відходів

Проблема комплексного використання сировини в харчовій промисловості становить не тільки галузевий, але й загальносоціальний інтерес. Її комплексний характер визначається тим впливом, що роблять неутилізовані відходи на стан навколишнього середовища. Невикористовувана повторно частина відходів, в основному у вигляді стічних вод, що містять ряд цінних, але разом з тим органічних речовин, що швидко розкладаються, розміщується в навколишньому середовищі. Збитки від недовикористання відходів харчової промисловості виражається не тільки у втратах сировини, але й у витратах, необхідних для знешкодження й фільтрації. При біологічному розкладанні органічних речовин, що містяться у відходах, утворюються гази, що неприємно пахнуть і отруюють атмосферу. Просочуючись у глиб землі, рідкі відходи харчової промисловості забруднюють воду ставків і рік. Отже, методи, що дозволяють повернути ці відходи та використовувати як сировину, дозволяють вирішити важливі екологічні завдання щодо забезпечення безпеки навколишнього середовища.

7.8 Аерокосмічна галузь

7.8.1 Енергозберігаючі способи обігріву кабін літаків

Обігрів повітрям, що відбирається від компресорів повітряно-реактивних двигунів. У випадку застосування в силових установках ЛА повітряно-реактивних двигунів вирішення завдання обігріву кабін не є складним, оскільки при існуючих ступенях стиску в компресорах температура повітря в них виявляється цілком прийнятною для цілей обігріву. У багатоступінчастих компресорах відбір повітря можна здійснити й від проміжних ступенів.

Використання тепла вихлопних газів двигунів силової установки. У тих випадках, коли в силових установках застосовуються поршневі двигуни, можна використовувати для обігріву кабін тепло вихлопних газів двигунів. Для цього потрібно встановити на вихлопних трубопроводах спеціальні теплообмінники (ТЕ). Вихлопні гази мають зазвичай досить високу температуру, що досягає 800°С й більше і відрізняються великою хімічною агресивністю, тому ТЕ мають виготовлятися з жаро- і корозійностійких сталей, крім того, в них має бути передбачений захист від можливого проникнення вихлопних газів у канали кабінного повітря.

Застосування спеціальних бензинових або газових обігрівачів виявляється за певних обставин доцільним за умовами компонування або іншими мотивами. Такі обігрівачі містять спеціальні камери згоряння й теплообмінні пристрої, у яких здійснюється підігрів повітря, що використовується для вентиляції кабіни.

Бензинові й газові обігрівачі мають порівняно невелику настановну масу й досить високу економічність у витраті палива. Так, при теплопродуктивності в 45 кВт, достатній для обігріву кабіни літака Ту-134, витрата палива становить приблизно 5,5 кг/год.

Електрообігрівання є дуже зручним у компонуванні й застосуванні методом одержання тепла. Електрообігрівачі відрізняються простотою конструкції й легкістю здійснення дистанційного керування й автоматизації роботи. Однак, як правило, наявної потужності бортових джерел електроенергії не вистачає для обігріву всієї кабіни в цілому. Тому відомі лише одиничні випадки електрообігрівання повного простору кабіни.

Авіаційні системи охолодження відрізняються достатньою різноманітністю схем і використанням агрегатів різних типів. Тому можна класифікувати системи охолодження за різними ознаками. На думку деяких авторів, найбільш істотні властивості систем визначаються типом застосовуваного робочого тіла й використовуваних принципів охолодження. Названі відмінності дозволяють виділити такі типи систем і методів охолодження.

Системи охолодження з повітряним циклом відрізняються тим, що як робоче тіло в них використовується повітря, що витрачається для наддування й вентиляції кабін. Вид і послідовність процесів обробки повітря в системі охолодження принципово такі ж, що й у холодильному циклі Карно: стиск — передача тепла в навколишнє середовище — розширення — поглинання тепла в охолоджуваному об'єкті. Основною особливістю розглянутої системи є те, що завдяки використанню «вентиляційного повітря» цикл удається «розімкнути» і виключити із числа необхідних агрегатів один ТЕ, оскільки робоче тіло поглинає тепло безпосередньо усередині об'єму кабіни й потім викидається в атмосферу.

Щодо енергетичних витрат повітряний цикл значно поступається циклу Карно. Крім того, слід мати на увазі, що в реальних системах енергетична ефективність ще більше знижується в результаті різних утрат, зокрема особливо сильно, якщо енергія, що відводиться від турбіни ТХ, надалі не використовується повністю.

Незважаючи на зазначений недолік системи охолодження повітряного циклу знаходять дуже широке застосування в сучасній авіаційній техніці. Причиною тому є їхня простота, мала маса, нечутливість до невеликих витоків робочого тіла, цілком прийнятна надійність і низька вартість експлуатації, а також можливість відбору від компресорів двигунів необхідної кількості повітря з достатнім для роботи системи тиском.

Системи з компресійно-випарним циклом охолодження. Ці системи базуються на використанні як робочих тіл таких речовин, які під час циклу зазнають фазових перетворень: переходять із рідкого стану в пароподібне й навпаки.

Відомо, що в процесі фазового переходу температура речовини зберігається постійною й при цьому поглинається або виділяється певна кількість тепла. Зазначена обставина відповідає на діаграмі стану речовини збігу ізобар з ізотермами в зоні вологої пари, що є дуже важливим, оскільки властивість речовин зберігати незмінність температури під час випару й конденсації дозволяє здійснити холодильний цикл, близький за характером до ідеального.

Діаграма циклу достатньо близька до діаграми теоретично необхідного циклу Карно. Це визначає відносно високу ефективність компресійно-випарних систем охолодження, і КПД досягає в них приблизно 80%.

Як робочі тіла в компресійно-випарних системах охолодження використовують найчастіше фреони, особливістю яких є досить широкий діапазон по температурах і тисках фазового переходу, малотоксичність і безпека в пожежному відношенні.

Високий КПД компресійно-випарних систем, їхня порівняльна автономність, що дозволяють забезпечити охолодження кабіни під час стоянки на землі, доводять в деяких випадках доцільність їхнього застосування на літальних апаратах. Однак такі системи мають більшу масу й вартість у виробництві й експлуатації порівняно з системами охолодження повітряного циклу.

Використання акумульованого холоду є одним з найбільш раціональних додаткових способів охолодження в авіації при відносно малій тривалості функціонування системи. Як джерело акумульованого холоду найчастіше використовують або спеціальні холодоагенти, які завжди мають бути на борту ЛА, або паливо основної силової установки, поки температура його залишається прийнятною для цілей охолодження.

Як холодоагент найбільш широко застосовується вода або водоспиртові суміші, останні — у тих випадках, коли потрібно забезпечити низьку температуру замерзання рідини. Вода є найбільш ефективним холодоагентом, оскільки має найвищу (після водню) питому теплоємність і дуже велику теплоту паротворення.

Використання палива як холодоагента є також дуже ефективним, оскільки навіть під час надзвукового польоту прогрів палива відбувається порівняно повільно. Досвід експлуатації сучасних швидкісних літаків показує, що температура палива в баках до кінця польоту рідко піднімається вище 70°C, що є цілком прийнятним для цілей охолодження.

Термоелектричне охолодження базується на ефекті, відкритому в 1834 р. фізиком Пельтьє, і полягає в тому, що при пропусканні постійного струму через електричний ланцюг, складений з двох різнорідних провідників, один зі спаїв провідників охолоджується, а інший —

нагрівається, причому «гарячий» і «холодний» спаї міняються місцями при зміненні напрямку струму. Кількість тепла, що поглинається холодним спаєм, пропорційна силі струму й залежить від матеріалів провідників: чим більше різниця термоелектричних коефіцієнтів провідників, тим більше виходить ступінь охолодження.

Однак незважаючи на простоту й надійність термоелектричне охолодження у зв'язку з малою енергетичною ефективністю (КПД ~ 5%) приймається поки тільки для локальних завдань (термостабілізація окремих електронних блоків, глибоке охолодження приймачів інфрачервоного випромінювання тощо).

Теплообмінним апаратом називається агрегат, у якому відбувається процес передачі тепла від середовища з великою температурою до середовища з меншою температурою.

Отже, на літаках застосовуються такі типи ТЕ:

- повітро-повітряні;
- паливно-повітряні, у яких охолодження повітря відбувається внаслідок нагрівання палива, що надходить у двигуни літака;
- випарні, охолодження гарячого повітря відбувається в результаті зміни агрегатного стану холодоносія (води, водоспиртових сумішей, зріджених газів тощо).

Маса теплообмінників на деяких літаках досягає 30% маси всієї системи. Авіаційні ТЕ характеризуються максимальною інтенсифікацією теплообміну, мінімальними габаритними розмірами й гідравлічним опором. Ця відмінність призводить до застосування в конструкції тонкостінних матеріалів і обов'язкового при цьому ускладнення технології виготовлення.

Ефективність ТЕ залежить від відносного руху теплоносіїв, співвідношення водяних еквівалентів і досконалості теплообмінної поверхні

Сучасні ТЕ характеризуються величинами $k_{\text{Тер}} = 75 \dots 140 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$. Ефективність ТЕ дорівнює 0,6...0,95 і залежить в основному від його конструкції й забезпечення необхідної витрати охолоджувача.

7.8.2 Продовження ресурсу літаків

Забезпечення необхідного рівня безпеки й ефективності експлуатації виробів авіаційної техніки є комплексною проблемою, складність вирішення якої обумовлено специфікою літака як транспортного засобу. Досягнення високих літних, експлуатаційних і економічних характеристик потребує максимального зниження маси конструкції й підвищення її напруженості за умови забезпечення безпеки експлуатації в межах призначеного ресурсу. Для цього необхідно виконати великий і систематизований обсяг експериментальних і теоретичних досліджень на етапах проектування й експлуатації.

Вирішення цієї проблеми актуальне для України, що є однією з дев'яти держав миру, яка має повний цикл літакобудування й здатність створювати конкурентоспроможну авіаційну техніку.

Творчі колективи Національного аерокосмічного університету ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», АНТК «АНТОНОВ» і Національного технічного університету України «КПІ» підійшли до вирішення проблеми шляхом створення нової системи продовження ресурсу.

Мета створення такої системи полягала в розробленні нової системної методики збільшення ресурсу планера літаків на всіх стадіях життєвого циклу, яка базується на використанні оригінальних наукових підходів щодо утоми й живучості, новій технології проведення випробувань, інтелектуальних засобах автоматизації випробувань і перспективній системі впровадження в практику, що забезпечує необхідний рівень безпеки польотів та істотне підвищення ефективності експлуатації літаків.

У 2003 році цю комплексну роботу було подано на здобуття Державної премії України в галузі науки й техніки. Лауреатами премії стали: завідувач кафедри міцності професор, д.т.н. Фомичов Петро Олександрович, завідувач кафедри систем керування літальних апаратів професор, д.т.н. Кулік Анатолій Степанович і старший науковий співробітник кафедри міцності Соколянський Валерій Петрович.

7.8.3 Підвищення надійності літаків

Надійність — здатність виконувати задані функції зі збереження експлуатаційних показників протягом установленого терміну служби.

Надійність залежить від складності конструкції, якості виготовлення й умов експлуатації.

Загальні конструктивні шляхи задоволення цієї вимоги:

- резервування;
- дублювання;
- контролепридатність.

Живучість — здатність конструкції виконувати свої функції при часткових uszkodженнях. Загальні конструктивні рішення:

- раціональний вибір конструктивно-силових схем;
- застосування статично невизначуваних систем;
- членування конструктивних одиниць;
- розосередження силових елементів.

Екологічні вимоги полягають у зменшенні несприятливого впливу літака на навколишнє середовище. Існує два види шкідливого впливу літака на навколишнє середовище:

- шум;
- забруднення атмосфери.

Обидва впливи на середовище роблять двигуни. Тому шляхи вирішення цієї проблеми розробляють конструктори авіаційних двигунів.

Масова досконалість літака. При даному рівні розвитку авіаційної техніки кількісне збільшення будь-якої властивості літака призводить до збільшення відносної маси, що забезпечує масову досконалість. Але оскільки сума відносних мас дорівнює одиниці, то збільшення однієї з них може бути отримано тільки за рахунок зменшення якоїсь іншої (за умови, що злітна маса $m_0 = \text{const}$). Отже, якщо кількісно збільшити якусь характеристику літака, обов'язково зменшиться інша або інші. Якщо ж це не зробити, то сума відносних мас буде більше одиниці. Це свідчить про те, що на даному рівні розвитку авіаційної науки й техніки літак з таким набором характеристик побудувати не можна.

Якщо ж зняти обмеження $m_0 = \text{const}$, то зміну характеристик літака можна отримати не тільки за рахунок перерозподілу мас, але й за рахунок зміни самої злітної маси.

7.8.4 Сучасні матеріали в конструкціях літальних апаратів

Літакобудування є однією з найважливіших для економіки України галуззю, складною за своїм змістом і динамікою розвитку. Розвиток літакобудування тісно пов'язаний із різними галузями науки, техніки й технології. Особливістю авіаційної техніки є постійне ускладнення конструкції, підвищення вимог до її надійності й ресурсу. Це спричиняє подорожчання всього комплексу створення літальних апаратів. Вимогами економічної ефективності використання авіаційної техніки диктується постійне підвищення корисного навантаження літака, цього можна досягти зниженням маси конструкції з обов'язковим збереженням її несучої здатності. Маса обшивки крила становить біля 25 - 50% його загальної маси, тому з метою поліпшення вагових характеристик робиться механічне або хімічне профілювання аркушів і панелей по товщині в припустимих міцністю межах.

З'єднання обшивок потрібно виконувати так, щоб мінімально погіршувати якість зовнішньої поверхні. Наприклад, стик по можливості має розміщуватися паралельно потоку повітря, а не перпендикулярно до нього. Не має бути сходинок. Але якщо цього не вдається уникнути, їх слід розташовувати по потоку, а не проти нього.

Листи обшивки з'єднують встик або внапусток. Стики листів обшивки обов'язково мають розташовуватися на твердих елементах каркаса крила: лонжероні, стінці, нервюрі. У крайньому разі — на стрингері. З'єднання листів обшивки в порожньому просторі (між твердими елементами) категорично не допускається. У цьому випадку з'єднання навантажується вкрай несприятливо — і з погляду статичної міцності, і з погляду утомної міцності, і з погляду збереження заданої форми, і з погляду збереження герметичності.

Складність виготовлення деталей типу обшивки у літакобудуванні полягає в тому, що ці деталі можуть мати досить складну форму. Такі

форми не можна одержати на універсальному встаткуванні без розроблення й виготовлення спеціального оснащення. Виготовлення деталі може тривати всього кілька секунд. У той же час розроблення, виготовлення й налагодження оснащення для виготовлення цієї деталі може тривати кілька місяців.

Наступною складністю у виготовленні деталей з листового прокату є їхня нежорсткість. Розміри й форма деталі у вільному стані часто не відповідають її розмірам і формі в готовому виробі. Це спричиняє певні труднощі при контролі якості її виготовлення.

Складним є з'єднання тонких обшивок прихованими кріпильними деталями. У цьому випадку необхідно точно настроювати інструмент для зенкування отворів. Крім того, навіть незначні порушення режимів клепання можуть викликати неприпустиму хвилястість поверхні обшивки.

Слід зазначити, що розкрій заготовок із листового прокату є строго регламентованим. Не можна розкрювати деталі так, щоб основне навантаження в її робочому стані було спрямоване перпендикулярно до напрямку прокату при виготовленні листа. Основне навантаження на деталь має бути спрямоване паралельно напрямку прокату листа. Така система розкрою призводить до збільшення відходів, але порушувати її категорично не можна!

За конструктивними ознаками розрізняють кілька типів панелей.

Збірні панелі. Містять листи обшивки, до яких тим або іншим способом приєднуються окантовки, стрингери, нервюри та ін. Основна перевага таких панелей, як і інших збірних конструкцій, — висока живучість. Основні недоліки — збільшена маса, хвилястість поверхні, що обтискується потоком.

Монолітно-збірні панелі. Включають попередньо виготовлені ребристі деталі обшивки, до місцевих стовщень яких потім приєднуються стрингери або нервюри.

Монолітні панелі. Обшивка при цьому виготовлена разом з каркасними деталями — стрингерами, окантовками.

Переваги монолітних панелей перед збірними:

- низька маса;
- висока аеродинамічна якість поверхні;
- менша кількість з'єднувальних швів;
- висока герметичність;
- менша кількість концентраторів напружень;
- підвищена ефективна площа поперечного перерізу;
- менша трудомісткість виготовлення (при великій серії виготовлення).

Основні недоліки:

- низька живучість;
- велика трудомісткість виготовлення (при малих серіях виготовлення);
- складність ремонту.

Застосування монолітних панелей знижує масу завдяки відповідності розмірів перерізів діючому навантаженню, а також значно меншій кількості з'єднань, ніж у збірній конструкції. Агрегати, виготовлені з монолітних панелей, мають підвищену жорсткість на крутіння, що добре з погляду характеристик аеропружності.

Основні переваги тришарових панелей перед звичайними:

- менша вага (при малих інтенсивностях навантаження);
- висока аеродинамічна якість поверхні;
- висока герметичність;
- високі характеристики теплоізоляції;
- високі характеристики звукоізоляції;
- практична відсутність на поверхні концентраторів напружень;
- дуже висока живучість (особливо у разі застосування композиційних матеріалів);
- високий ресурс.

До недоліків слід віднести:

- погане сприйняття зосереджених зусиль;
- складність їхнього з'єднання з деталями каркаса;
- труднощі контролю якості виготовлення.

Тришарові панелі у ваговому відношенні вигідні тільки при невеликих інтенсивностях навантаження.

7.9 Побутове ресурсозбереження

Необхідність інтенсивного використання в містах енергетичних ресурсів має несприятливі наслідки в економічному й екологічному відношенні. Екологічні наслідки інтенсивного використання енергетичних ресурсів виявляються безпосередньо в містах у вигляді інтенсивних викидів в атмосферу забруднюючих компонентів ТЕЦ, ГРЕС і автомобільного транспорту. Необхідність використання додаткових енергоносіїв і доставка їх у місто створюють додаткові екологічні навантаження на ресурсодобувні регіони й транспорт. Отже, найважливішим напрямком діяльності, що сприяє стабілізації або поліпшенню екологічної обстановки в містах, є всіляке скорочення енергетичних витрат і вдосконалювання використання транспортних засобів. Цей напрямок може бути, як показує досвід, реалізований за допомогою:

- свідомого збереження енергії кожним жителем у своєму власному будинку;
- заміни ламп накаливання більш досконалыми й економічними люмінесцентними лампами;
- автоматизації вмикання-вимикання освітлювальної мережі відповідно до мінливої природної освітленості вулиць;
- скорочення теч у системах водо- і тепlopостачання;

- поліпшення у холодний період року теплоізоляції будинків, особливо адміністративних;
- використання додаткових нетрадиційних видів одержання енергії — сонячної, вітрової тощо;
- використання сучасних систем запалювання й кращого їхнього регулювання в автомобільних двигунах;
- удосконалювання й уніфікації систем перевезень, що знижують кількість пустопорожніх рейсів або виключають їх зовсім;
- виключення використання в містах етилованого бензину й, відповідно, у складі вихлопних газів токсичних сполук свинцю;
- в умовах півночі перспективними є наявність електронагрівника у двигуні автомобіля й відповідні місця підключення до електричної мережі на стоянках автотранспорту, що дозволяє на будь-який строк залишати автомобіль, не спалюючи пальне для обігріву двигуна й не забруднюючи міське повітря;
- заміни бензинових і дизельних двигунів міського автотранспорту на змішане живлення рідким і газоподібним паливом, що не знижує загальної витрати енергоносіїв, однак різко зменшує токсичність вихлопних газів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

Дуванин, А. И. Производственная эксплуатация природных ресурсов [Текст]: учеб. пособие. — М.: МГУ, 1990. — 68 с.

Маляренко, В. А. Энергетика, довкілля, енергозбереження [Текст] / В. А. Маляренко, Л. В. Лисак. — Х.: Рубікон, 2004. — 368 с.

Резниченко, П. Т. Охрана окружающей среды и использование отходов промышленности [Текст]: справ. / П. Т. Резниченко, А. П. Чехов. — Днепропетровск: Проминь, 1979. — 173 с.

Ресурси підприємства: забезпечення і збереження [Текст] / М. І. Иванов, О. В. Бреславцев, Л. Т. Хижняк та ін. — Донецьк: ІЕП НАН України, 1999. — 92 с.

Ресурсообеспечение промышленных предприятий [Текст] / Н. И. Иванов, А. В. Бреславцев, Л. Т. Хижняк и др. — Донецк: ИЭП НАН Украины, 1999. — 356 с.

Ресурсосбережение и экология [Текст] / Ю. П. Лебединский, Ю. В. Склянкин, П. И. Попов. — К.: Политиздат Украины, 1990. — 223 с.

Ресурсосбережение: эколого-экономический аспект [Текст] / И. И. Конищева, И. А. Кушникович, А. В. Рожкова, Р. И. Безверхова. — К.: Наук. думка, 1992. — 212 с.

Родионов, А. И. Техника защиты окружающей среды [Текст]: учебник для вузов / А. И. Родионов, В. Н. Клушин, Н. С. Торшечников. — М.: Химия, 1989. — 512 с.

Термена, Б. К. Охорона та раціональне використання природних ресурсів [Текст]: навч. посібник / Б. К. Термена, С. Г. Літвіненко. — Чернівці: Рута, 2004. — 175 с.

Экономические проблемы малоотходных и безотходных производств [Текст] / Ю. П. Лебединский, Ю. В. Склянкин, В. С. Мищенко и др. — К.: Наук. думка, 1987. — 238 с.

Экономия и нормирование материальных ресурсов [Текст]: учеб. пособие для вузов / В. А. Бурдаков, В. А. Воликов, Е. А. Голиков и др. — М.: Высш. шк., 1986. — 288 с.

Энергетика и охрана окружающей среды [Текст] / В. И. Бабий, А. Ф. Белоконова, Р. А. Белый и др. — М.: Энергия, 1979. — 351 с.

Энергия. Экология. Будущее [Текст] / В. П. Семиноженко, П. М. Капило, В. Н. Остапчук, А. И. Ровенський. — К.: Прапор, 2003. — 461 с.

Навчальне видання

**Колосков Володимир Юрійович
Вамболь Віола Владиславівна
Поліщук Олена Олексіївна
Бугаєнко Олег Михайлович
Овчаров Олександр Володимирович**

ЕНЕРГО- І РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ

Редактор Н.М. Сікульська

Зв. план, 2012

Підписано до друку 01.11.2012

Формат 60x84 1/16. Папір офс. № 2. Офс. друк

Ум. друк. арк. 8,9. Обл.-вид. арк. 10. Наклад 100 пр. Замовлення 288. Ціна вільна

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського

«Харківський авіаційний інститут»

61070, Харків-70, вул. Чкалова, 17

<http://www.khai.edu>

61070, Харків-70, вул. Чкалова, 17

izdat@khai.edu

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів
видавничої продукції сер. ДК № 391 від 30.03.2001