МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЕНЕРГЕТИЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ОСНОВИ В ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ТА ВИКОРИСТАННІ ПОНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

СУМИ – 2026

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра енергетики та електротехнічних систем

ЕНЕРГЕТИЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ОСНОВИ В ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ТА ВИКОРИСТАННІ ПОНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

для здобувачів освітньої програми «Агроінженерія», денної та заочної форми здобуття освіти ступеня вищої освіти «бакалавр»

СУМИ – 2026

УДК 620.92

Укладачі: Барсукова Г.В., к.т.н., доцент кафедри енергетики та електротехнічних систем
Тесленко О.В. асистент кафедри енергетики та електротехнічних систем

Енергетичні та екологічні основи в забезпеченні та використанні поновлюваних джерел енергії. Методичні вказівки до виконання самостійної роботи/Г.В. Барсукова, О.В. Тесленко - Суми, 2026. – 41 с.

В методичних вказівках приведені теоретичні питання щодо нормативно-правової бази з енергозабезпечення, використання нетрадиційних джерел енергії, засвоєння можливих способів застосування альтернативних джерел енергії для потреб енергопостачання агропромислового комплексу України, а також вивчення основ раціонального використання енергії.

Рецензенти:

Думанчук М.Ю., к.т.н., доцент кафедри «Технічного сервісу та галузевого машинобудування» СНАУ;
Василенко О.О., к.т.н., доцент кафедри «Вищої математики та фізики» СНАУ.

Відповідальний за випуск:

Юрченко О.Ю., PHD, доцент, завідувач кафедри енергетики та електротехнічних систем СНАУ.

Рекомендовано до видання Радою із забезпечення якості освітньої діяльності та якості вищої освіти інженерно-технологічного факультету. Протокол № 5 від «12» березня 2026 року

© Сумський національний аграрний університет, 2026

Зміст

Тема № 1. Енергетична система та енергозабезпечення в Україні …….. 6
Тема № 2. Енергетична безпека України ……..…... 7
Тема № 3. Правові взаємовідносини учасників енергозабезпечення України ……..…….. 9
Тема № 4. Організаційно-технічні основи забезпечення підприємств енергоресурсами ……. 10
Тема № 5. Організація обліку споживання енергоресурсів ……..…… 12
Тема № 6. Система оперативного управління електро-, тепло-,газопостачання підприємств . 13
Тема № 7. Основні показники енергоефективності енергозабезпечення ……..… 14
Тема № 8. Нетрадиційні джерела енергії та палива ……..…… 15
Тема № 9. Вторинні енергоресурси ……..…. 17
Тема № 10. Відновлювальні джерела енергії ……..…….. 19
Тема № 11. Розвиток альтернативної енергетики в АПК ……..... 21
Тема № 12. Геліоенергетика ……..…. 22
Тема № 13. Вітроенергетика. Енергія морів і океанів ……..… 24
Тема № 14. Геотермальна енергія. Біоенергетика ……..... 28
Тема № 15. Гідроенергетика. Гідроелектростанції. Акумулювання енергії ……..… 33

Тема 1. Енергетична система та енергозабезпечення в Україні

План:

1. Основні поняття та визначення енергозабезпечення.
2. Енергоресурси та електростанції України.

1. Основні поняття та визначення енергозабезпечення.

- Енергопостачання і енергозбереження в АПК (зберігання енергії при забезпеченні АПК електроенергією, газом, гарячим повітрям, водою, парами і холодом)
- Енергосистема і електросистема.
- Традиційні енергоносії (вугілля, нафта, газ) і нетрадиційні джерела енергії (ВНДЕ), що відновляються - енергія Сонця, вітру, біогазу, геотермальних вод, хвиль, приливів і т.д.
- Менеджмент в енергозбереженні. управління енергозбереженням в умовах ринкової економіки.
- Генеруючі компанії (АЕС, ТЕС, ГЕС);
- Магістральні мережі (ЛЕП і ТП 220 кВ і вище);
- Обленерго (Електричні мережі напругою 0,38-110 кВ. Займаються реалізацією електричною енергією);
- Державний Комітет з енергозбереження (1994) - ДКЕЗ.
- Державна інспекція з енергозбереження (1999), до якої входять 2 регіональні і 23 обласні комісії.
- Національне агентство з питань ефективного використання енергетичних ресурсів створене Указом Президента 1900/2005 від 31.12.2005.
- Національна комісія регулювання енергетики – встановлює тарифи.

2. Електростанції України.

Електростанції включають основні елементи: первинний двигун ПД, генератор G і розподільний пристрій РП з підвищувальним трифазним трансформатором Т.

У якості ПД на ЕС використовуються головним чином гідравлічні, парові, газові турбіни і двигуни внутрішнього згоряння. Генератор змінного струму обертається первинним двигуном ПД (збудником основного генератора служить додатковий генератор постійного струму, потужність якого складає до 3% потужності основного генератора).

За видом енергії, що використовується ПД, електростанції ділять на теплові (ТЕС), атомні (АЕС) і гідравлічні (ГЕС).

ТЕС можуть працювати на вугіллі, мазуті, газі. У якості ПД тут застосовують парові турбіни, газові турбіни, ДВЗ, а при великих потужностях тільки парові турбіни. ТЕС поділяють на конденсаційні (КЕС) і теплоелектроцентраль (ТЕЦ). КЕС призначена для постачання споживачів тільки електроенергією. Загальний К.К.Д. КЕС складає біля 30 %.

Теплоелектроцентралі (ТЕЦ) суміщають виробництво теплової і електричної енергії. Теплопостачання здійснюється завдяки відбору пари з турбіни. Загальний К.К.Д. ТЕЦ біля 70 %.

АЕС замість котла обладнана ядерним реактором.

ГЕС перетворюють механічну енергію водяного потоку в електричну і мають К.К.Д. біля 80-90 %. ГЕС виробляють саму дешеву електроенергію. Однак первинна вартість ГЕС більше теплових.

Гідроакумулююча електростанція (ГАЕС) працює змінно або в генераторному режимі в часи ПІК; тоді турбіна приводить в рух генератор і останній дає струм в мережу; або в режимі двигуна насоса - закачує воду з ріки у водосховище. Генератор працює в режимі двигуна в часи провалу навантаження при наявності «вільної» потужності, наприклад, від АЕС. Так працює Київська ГАЕС.

ВИРОБНИЦТВО І СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ. ЕЛЕКТРОБАЛАНС УКРАЇНИ

Аналіз електробалансу певної країни передбачає розгляд структури виробництва і витрат електроенергії за різними галузями її господарства. Структуру виробництва та витрат електроенергії в Україні станом на 2010 рік демонструють діаграми, представлені на рисунку 1.

Аналіз діаграми на рис. 1 свідчить про те, що у структурі виробництва електроенергії України майже половина сумарного обсягу виробленої електроенергії припадає на теплові електростанції (ТЕС), частка яких складає 49 %. Друге місце у виробництві електроенергії України займають атомні електростанції (АЕС), частка яких наближається до частки ТЕС і складає 45 %. Трете місце у виробництві електроенергії України займають гідравлічні електростанції (ГЕС) та гідроакумулюючі електростанції (ГАЕС), які виробляють близько 6 % електроенергії. На нетрадиційні електростанції (сонячні та вітрові) припадає менше 1 % виробленої в Україні електроенергії, проте, в останні роки поступово зростає потужність цих електростанцій. Таким чином, традиційні джерела електроенергії мають абсолютну перевагу у структурі виробництва електроенергії в Україні.

Головною умовою ефективного електробалансу країни є рівновага між виробленою та витраченої електроенергією.

Як свідчить аналіз діаграми на рис. 1, найбільшу частину виробленої електроенергії споживають промислові підприємства, на частку яких припадає 66 % спожитої в Україні електроенергії, що, на нашу думку, вказує на високу енергоємність економіки нашої країни.

На другому місці за споживанням електроенергії знаходиться побутові споживачі, які використовують 19 % виробленої в Україні електроенергії, адже неможливо уявити наше повсякденне життя без освітлення, комп'ютерів, ноутбуків, музичних центрів, телевізорів та різноманітної побутової техніки, електроопалювальних приладів тощо, які споживають значну частку електроенергії.

Втрати електроенергії в енергосистемі України сягають 12 % від загальних витрат електроенергії, що є високим показником для енергозалежної країни. Ще 3 % у структурі споживання електроенергії припадає на експортні поставки.

Крім того, варто відзначити поступове зростання електробалансу України за період з 2001 р. до 2007 р., що, на нашу думку, свідчить про стабільний розвиток української економіки. Зниження електробалансу у період з 2008 по 2009 рр. є наслідком світової економічної кризи, яка вплинула й на економіку України.

Висновок. Аналіз особливостей електробалансу України за період з 2001 по 2010 роки засвідчив, що у виробництві електроенергії переважають традиційні джерела енергії, де значна частка припадає на ТЕС та АЕС. Структура споживання електроенергії в Україні свідчить про переважання енергоємних виробництв, які залишились на території України у спадок після розпаду Радянського Союзу. В той же час, на даний момент Україна повністю забезпечує внутрішніх споживачів електричною енергією власного виробництва і навіть має можливості для її експорту. Однак проблеми функціонування енергетичного комплексу держави, забезпеченість національного господарства електроенергією, питання енергетичної безпеки України та інші залишаються актуальними й потребують подальших ґрунтовних досліджень.

Тема 2. Енергетична безпека України.

План:

1. Основні положення енергетичної безпеки України.
2. Головні цілі енергетичної безпеки.
3. Причини енергетичних проблем в Україні.

1. Основні положення енергетичної безпеки України.

Енергетична безпека України визначена в енергетичній стратегії України до 2030 р. Вона визначається як здатність держави:

- Забезпечити ефективне використання власної паливно-енергетичної бази;
- Здійснити оптимальну диверсифікацію шляхів і джерел поставок енергоносіїв в Україну;
- Забезпечити життєдіяльність населення та функціонування економіки в режимі звичайного і надзвичайного стану і стану війни;
- Попередити різкі коливання цін на паливно-енергетичні ресурси, або створити умови для безболісної адаптації національної економіки до нових цін на ці ресурси на світових ринках.

Енергетична безпека є невід'ємною частиною національної безпеки держави. Ефективна політика забезпечення енергетичної безпеки через покращення об'єктів енергетики робить позитивний вплив на ситуацію в економіці держави.

Виходячи з Методики, сучасний стан енергетичної безпеки оцінюється як незадовільний.

Низька ефективність виробництва палива та енергії з їх подальшим транспортуванням і використанням в галузях господарства держави, обумовлюють незадовільний стан енергозабезпечення.

Знос технологічного обладнання об'єктів паливно-енергетичного комплексу призводять до ненормативних втрат енергетичної сировини, втрат енергії в місцевих теплових і електричних мережах, зниженні ККД теплових станцій.

Труднощі з нарощуванням власного видобутку нафти, газу і вугілля і перекіс у структурі споживання енергоресурсів загострюють проблему енергозалежності.

Частка споживання газу в структурі загального споживання топ ¬ зливою ресурсів становить 45%, що в два рази вище середньоєвропейського показника.

Наслідком недотримання принципів енергетичної безпеки є негативні наслідки для економіки держави:-

- Недостатні обсяги робіт з реконструкції, технічному переозброєнні та введенню нових підприємств ПЕК і галузей, які забезпечують його функціонування;
- Фізичний і моральний знос обладнання, зростання аварійності обладнання, збільшення споживання ресурсів;
- Зниження продуктивності праці, диспропорції цін на паливно-енергетичні ресурси внаслідок недотримання принципу економічно обґрунтованого ціноутворення;
- Неефективне використання паливно-енергетичних ресурсів, що викликає їх перевитрата і збільшення техногенного навантаження на навколишнє середовище;
- Зменшення обсягів видобутку та виробництва паливно-енергетичних ресурсів;
- Зростання кількості і тяжкості технологічних порушень;
- Збільшення витрат на ремонтні роботи зважаючи на низький якості обладнання, поточного обслуговування, виконуваних будівельно-монтажних робіт і неприпустимо високого зносу устаткування;
- Порушення стабільності тепло та електропостачання населення та підприємств від централізованих джерел;
- Порушення безперервності поставок використовуваного палива, що порушує обсяги вироблення електричної та теплової енергії, при використанні палива більш низької якості;

- Зниження рівня технічної безпеки паливно-енергетичного комплексу і, як наслідок, зростання небезпеки лавиноподібного виходу з роботи енергетичного устаткування.

2. Головні цілі енергетичної безпеки.

Головні цілі:

- Ефективне забезпечення економіки держави і населення обгрунтованими обсягами енергетичних ресурсів та забезпечення сприятливих умов для стабільного соціально економічного розвитку України;
- Прийняття всіх необхідних заходів керівництвом держави для зниження залежності від імпорту енергоносіїв та диверсифікації джерел поставок;
- Підвищення рівня конкурентоспроможності галузей паливно-енергетичного комплексу, застосування кращого міжнародного досвіду, розвитку власної науково-технічної бази, підвищення кваліфікації працівників галузі.

Основні напрями енергетичної політики України з точки зору забезпечення енергетичної безпеки:

- Диверсифікація поставок усіх видів енергоресурсів;
- Скорочення енергоємності ВВП до рівня провідних країн Європи;
- Збільшення власного видобутку енергоресурсів з економічно обгрунтованими вкладеннями;
- Забезпечення задовільного стану підприємств паливно-енергетичного комплексу;
- Наявність і підтримання необхідного рівня стратегічного резерву енергоресурсів;
- Забезпечення вільної конкуренції на конкурентних ринках, контроль і регулювання натуральних монополій з боку держави;
- Максимально можливе використання і створення нових транспортних потужностей паливно-енергетичних ресурсів;
- Створення пілотних проектів з використанням нових джерел енергії і розповсюдження їх в національному господарстві держави;
- Розробка та підтримка власного виробництва обладнання поновлюваних джерел енергії;
- Впровадження нових джерел енергії, у тому числі із використанням водню, газоподібного вугільного палива, водовугільній суспензії та ін

Все перераховане вище наведено по тексту з Енергетичної стратегії України. Це типові, загальні вимоги і за закономірностей, застосовні для будь-якої країни. Водночас Україна, як і будь-яка інша країна, має свої індивідуальні особливості, які дають можливість визначити і сконцентрувати зусилля на конкретних напрямах, які дають найбільший ефект. Для визначення таких особливостей і вибору найбільш прийнятного варіанту, необхідно більш докладно розглянути поточні проблеми та наявні умови.

Причини енергетичних проблем в Україні.

1. Вплив низьких внутрішніх цін на газ та електроенергію.

Енергетичні проблеми України тягнуться з недавнього минулого, коли Україна входила до складу СРСР.

Основна першопричина енергетичних проблем - довгостроково зберігаються низькі ціни на газ і електроенергію для населення і житлово-комунального сектора.

За часів незалежності ця проблема обросла та іншими факторами. Це недостатня видобуток нафти і газу, порівняльних бідні гідроресурси, неадекватна політика в енергетичній сфері, зниження транзитних можливостей з нафти і газу, відсутність повного ядерного циклу, втрата наукового потенціалу та кваліфікованої робочої сили, і деякі інші.

2. Недостатність видобутку газу.

При потребах України в газі в обсягах не менше 50 млрд. м3 на рік, видобуток становить близько 20 млрд. м3/рік.

При цьому на потреби промисловості вимагається набагато більше 20 млрд. м3/рік, і близько 30 млрд. м3/рік на потреби населення і теплоенергетики.

Водночас, проведення заходів з енергозбереження та вирішення проблем в електроенергетиці, дозволяє скоротити споживання газу для потреб населення і теплоенергетики до 4-5 млрд. м3 / рік вже через чотири-п'ять років.

3. Скорочення транзиту газу з Росії до Європи.

Газові війни України та Росії привели до споруди обхідних газопроводи навколо України.

Це газопроводи:

- «Ямал» 35млрд. м3 / рік через Білорусь, Польщу до Німеччини;
- «Блакитний потік» 16 млрд. м3 / рік, від КС "Берегова", Краснодарській край, Росія, по дну Чорного моря до Туреччини;
- «Північний потік» 55млрд. $м^3$ / рік, від Виборга, Ленінградської області по дну Балтійського моря до Німеччини;
- Споруджуваний «Південний потік» 63 млрд.$м^3$ / рік від КС "Берегова", по дну Чорного моря до болгарського міста Варна.

4. Світові ціни на газ.

Складається ситуація в світі із забезпеченням газом така, що незважаючи на економічні кризи і наполегливі по ¬ тортури знайти заміну традиційному газу, ці чинники не роблять істотного впливу на зниження темпів зростання цін на газ.

Загальносвітова тенденція в тому, що споживання газу в майбутньому буде випереджати можливості його видобутку і транспорту.

5. Недолік гідроресурсів в Україні.

Електроенергія, що виробляється на гідроелектростанціях, дешева і є дуже цінним ресурсом. Гідроелектростанція не вимагає органічного палива, не забруднює навколишнє середовище і дуже швидко реагує на зміни навантажень в енергосистемі. Значна частка гідроенергетики в енергосистемі дозволяє перевести теплові вугільні електростанції на вигідний режим їх роботи і розвивати поновлювані джерела енергії.

Україна в недостатній мірі забезпечена цим енергоресурсом (не більше 30% від бажаного). Гідроелектростанції, в основному, розташовані по річках Дніпро, Південний Буг і Дністер.

6. Проблеми використання АЕС.

На українських АЕС виробляється майже половина всієї електроенергії в Україні.

Це непоганий показник для енергосистеми. Однак, потужностей АЕС недостатньо для запобігання майбутніх кризових явищ в українській енергетиці. Для отримання енергетичної незалежності від імпортного газу, що використовується в теплоенергетиці, необхідно збільшити потужності енергосистеми як мінімум вдвічі. Це можуть забезпечити тільки атомні електростанції.

Висновок: Незважаючи на всі ці екологічні проблеми в даний час альтернативи ядерній енергетиці немає. Ніякі поновлювані джерела, вітрогенератори і сонячні електростанції не здатні замінити атомну енергетику в Україні і в світі. Існуючі обсяги та собівартість вироблення електроенергії не залишають шансів на заміну АЕС іншими джерелами. Спроби підмінити атомну електроенергетику теплової, сонячної та вітроенергетикою мають наслідки у кратному підвищення тарифів з різким наростанням екологічних проблем.

Тема 3. Правові взаємовідносини учасників енергозабезпечення України.

План:

1. Державні нормативні акти регулювання енергоринку.
2. Правила користування різними видами енергії та енергоносіїв.
3. Порядок укладання договорів на використання енергоносіїв, їх зміст та особливості.

1. Державні нормативні акти регулювання енергоринку.

Структура управління паливно-енергетичним комплексом України складається з багатьох ланок, які виконують певні функції регулювання та “спонукання” поведінки “гравців” на енергетичному ринку держави. Це зумовлено важливістю енергетичного сектору економіки України та його високою природною монополізацією.

Основні елементи системи державного управління та регулювання промислово-енергетичного комплексу України наведені на рис. 3.1.

Президент України - ініціює та затверджує закони України, дає подання та доручення щодо функціонування енергоринку в рамках конституції держави.

Верховна Рада України - розробляє та ухвалює закони. РНБОУ (Рада Національної безпеки та оборони України) - державний орган при президенті України, аналізує ситуацію, надає пропозиції щодо регулювання роботи ПЕК.

Кабінет Міністрів України - вищий виконавчий орган державної влади України, ініціює розроблення законів, ухвалює постанови, накази і т.ін., у тому числі стосовно енергоринку України, аналізує мікро - та макроекономічні показники галузі.

НКРЕ (Національна комісія регулювання енергетики) - проводить аналіз стану енергетичного ринку, розробляє, аналізує, узгоджує тарифи на енергоресурси, реєструє “гравців” енергоринку.

Державний комітет України з енергозбереження - проводить державну політику скорочення витрат енергоресурсів, узгоджує питомі витрати палива, контролює виконання законодавства у сфері енергозбереження тощо.

Антимонопольний комітет України - проводить державну політику у сфері захисту економічної конкуренції, контролює виконання антимонопольного законодавства.

Державний комітет ядерного регулювання України - проводить державну політику у сфері безпеки функціонування ядерної енергетики, контролює діяльність АЕС та постачання обладнання й сировини для потреб ядерної енергетики.

Державний комітет з управління державними матеріальними резервами - проводить державну політику у сфері безперебійного функціонування важливих галузей народного господарства України, контролює та організовує виконання рішень кабінету міністрів у сфері створення та підтримки державного резерву матеріальних цінностей.

Фонд державного майна України - контролює дотримання законодавства у сфері використання державного майна, проводить державну політику у сфері роздержавлення та приватизації.

Основними державними актами, що регулюють взаємо-відносини між учасниками енергоринку України, є закони і правила:

- Закон України “Про електроенергетику”;
- Закон України “Про монополію на метрологічну діяльність”;
- Закон України “Про правовий режим надзвичайного стану”;
- Правила оптового ринку електричної енергії;

- Правила користування електричною енергією;
- Правила користування тепловою енергією;
- Правила подачі та використання газу в народному господарстві України;
- Правила надання населенню послуг з газопостачання.

Основним важелем державного регулювання діяльності суб'єктів енергоринку є:

- регулювання шляхом ліцензування;
- цінове регулювання;
- податкове регулювання;
- митне регулювання;
- інвестиційне регулювання.

2. Правила користування різними видами енергії та енергоносіїв.

Зважаючи на те, що основними видами енергії та енергоресурсів, які сьогодні споживаються в Україні, є електороенергія, теплова енергія, газ, розглянемо правила їх користування.

Правила користування електричною енергією від 31 липня 1998 р.

Ці правила визначають взаємовідносини споживачів, постачальників електричної енергії та електропередавальних організацій. Вони є обов'язковими для виконання підприємствами, установами та організаціями незалежно від форми власності, які здійснюють виробництво, споживання, постачання електричної енергії.

Правила визначають:

- основні терміни та визначення, конкретизують терміни "постачальник комунальних послуг", "виробник теплової енергії ";
- порядок видачі та одержання технічних умов на теплопостачання та приєднання споживачів теплової енергії.

Існує два поняття технічних умов:

- технічні умови, які видаються споживачеві за наявності технічної можливості підключення до теплових мереж;
- попередні технічні умови - видаються за відсутності технічної можливості підключення до теплових мереж. Їх видають для розгляду альтернативних джерел тепла, порівняння вартості розміщення об'єктів на інших майданчиках тощо.

Правила подачі та використання природного газу в народному господарстві України.

Правила є обов'язковими для усіх підприємств, об'єднань і організацій, зайнятих видобутком, транспортуванням, збутом і споживанням природного газу, проектуванням систем газопостачання і газоспоживаючого обладнання та його налагоджуванням, незалежно від його відомчого підпорядкування і форми власності.

3. Порядок укладання договорів на використання енергоносіїв, їх зміст та особливості.

Договори на використання та забезпечення енергоресурсами здебільшого є типовими, тексти таких договорів наведені у відповідних правилах використання того чи іншого енергоресурсу.

Договір містить такі розділи:

- відомості про контрагентів (постачальник-споживач);
- відомості про предмет договору (обсяги постачання);
- обов'язки сторін;
- права сторін;
- порядок обмеження та припинення постачання енергоресурсу;
- облік обсягу постачання та порядок розрахунків;
- відповідальність сторін;
- форс-мажорні обставини;
- відносини між контрагентами;
- інші умови;
- термін дії договору, реквізити та підписи сторін.

У вигляді додатків до договору додаються:

- акт розмежування відповідальності сторін;
- інші акти, що регулюють технічні питання транспортування та споживання енергоносія.

Тема 4. Організаційно – технічні основи забезпечення підприємств енергоресурсами.

План:

1. Організаційна структура ланки підприємства, відповідальної за енергозабезпечення.
2. Структура технічних засобів енергозабезпечення підприємств.

1. Організаційна структура ланки підприємства, відповідальної за енергозабезпечення.

Організація постачання й безаварійного споживання енергетичних ресурсів та енергії на підприємстві регламентована діючими в Україні законами та правилами, іншими нормативними документами. Підприємство (організація), що використовує енергоресурси, повинна виконувати такі **функції:**

1 Адміністративно-контрольну:
- нагляд за виконанням працівниками підприємства правил енергоспоживання;
- оформлення документації щодо постачання та обліку енергоресурсів;
- установлення режиму енергоспоживання;
- контроль за дисципліною енергоспоживання;
- розроблення заходів з енергозбереження;
- розроблення норм питомих витрат енергоспоживання.
2 Організаційно-диспетчерську:
- організація диспетчерської служби підприємства;
- контроль за роботою енергоприймального обладнання, облік навантаження обладнання;
- організація робіт при виникненні надзвичайних ситуацій.
3 Ремонт енергетичного обладнання:
- розроблення плану огляду, поточного та середнього ремонтів, капітальних ремонтів;
- проведення ремонтів, забезпечення запасними частинами.
4 Кадрова політика:
- підготовка кадрів необхідної кваліфікації;
- атестація та переатестація персоналу;
- проведення необхідних навчань.
5 Інженерна підтримка діючого енергогосподарства:
- розроблення нових проектів;
- розроблення документації щодо реконструкції діючих об’єктів;
- інженерне супроводження виробництва та будівництва;
- зв'язок із залученими організаціями;
- проведення пусконалагоджувальних робіт;
- участь у приймальних комісіях.
6 Контроль якості енергопродуктів, що постачаються на підприємство, зв'язок з постачальниками.

2. Структура технічних засобів енергозабезпечення підприємств.

Технічні засоби енергозабезпечення підприємства залежно від виконуваних ними функцій можна **розділити на такі:**
- передавальні;
- розподільні;
- перетворювальні;
- приймальні;
- обліку;
- компенсуючі;
- пристрої безпеки.

Основними вимогами до енергетичного обладнання є такі:
- надійність;
- великий міжремонтний період;
- стабільність та якість вихідних параметрів;
- безперебійність роботи.

Розглянемо названі пристрої та їх характеристики більш детально.

Передавальними пристроями можуть бути електричні мережі (ЛЕП), шинопроводи, магістральні газопроводи, газові мережі, локальні теплові мережі. До теплових мереж, крім трубопроводів, відносять також насоси, що перекачують теплоносій.

Розподільні пристрої розподіляють енергію або енергоносій між споживачами. До них відносять об’єктні (внутрішні розподільні) мережі, трансформаторні підстанції, вимикачі, розподільні шафи, розподільні газові мережі, пункти газорозподілу, газові підстанції, шафні розподільні станції, теплові пункти, запірна арматура, клапани тощо. Основна їх функція - забезпечення транспортування енергоресурсів до енергоспоживаючого обладнання у необхідній кількості та безперебійно.

Перетворювальними пристроями називають обладнання, що змінює фізичну параметри енергоресурсів, які подаються на те чи інше енергоспоживальне обладнання. Ними можуть бути електронні перетворювачі, що змінюють частоту електричного струму (трансформаторні, транзисторні, механічні), випрямлячі, що перетворюють змінний струм на постійний, інвертори, які перетворюють постійний струм на змінний. Ці пристрої застосовують для збільшення або зменшення (регулювання) частоти обертання електродвигунів. Випрямлячі та інвертори застосовують для живлення систем і приладів, які використовують постійний струм, вони також використовуються на великих ЛЕП, які з’єднують міждержавні об’єкти для виключення взаємного впливу на якість енергії, що передаються цими ЛЕП. Стабілізатори напруги використовують при живленні комп’ютерів та іншої електронної техніки.

Приймальні пристрої використовуються для підключення енергоспоживаючого обладнання.

До *приладів обліку* відносять вузли обліку використаних енергоресурсів, які включають арматуру (дроселі, крани, засувки, фланці), виконавчу та реєструючу апаратуру. Виконавча та реєструюча апаратура може бути механічною, електричною, акустичною, електронною різного типу потужності. Виконавча апаратура

залежно від конструкції засобів обліку може проводити виміри лінійних величин, швидкості, енергетичних параметрів енергоносіїв.

До *компенсуючих пристроїв* відносять пристрої, що дають можливість компенсувати реактивну енергію (ємнісні, індуктивні, синхронні двигуни). Компенсуючі пристрої теплотрас (запобігання змінам довжини труби при температурному розширенні), компенсаторні баки для компенсації наслідків гідроударів тощо.

Пристрої безпеки використовують для безаварійної подачі енергоресурсів або аварійного відключення системи у разі перевищення максимальних параметрів функціонування системи. До них відносять електричні запобіжники, аварійні запобіжники, діафрагми ємності та трубопроводів, механічні запобіжні клапани тощо.

Особливу увагу необхідно звертати на стабільність подачі енергоресурсів та їх якість, бо від цього залежить якість продукції, яку випускає підприємство, та безаварійність його роботи.

Тема 5. Організація обліку споживання енергоресурсів.

План:

1. Юридичне оформлення відповідальних за споживання та облік енергоресурсів на підприємстві.
2. Технічні засоби обліку енергоресурсів (енергоспоживання). Вимоги до їх конструкції та технічного стану, умов монтажу. Перевірка засобів обліку енергоспоживання.
3. Порядок документування та оформлення результатів обліку енергоресурсів на підприємствах. Межа розподілу відповідальності постачальника та споживача.

1. Юридичне оформлення відповідальних за споживання та облік енергоресурсів на підприємстві.

Енергоустановки споживачів мають бути забезпечені необхідними засобами обліку енергії для розрахунків за спожиту енергію. Приєднання та підключення до мереж електропередавальної організації споживачів, що не забезпечені розрахунковими засобами обліку, забороняється. Кожна тарифна група споживачів має бути забезпечена окремими розрахунковими **засобами обліку.**

Однією із умов укладання договору на енергопостачання між енергопостачальною організацією та споживачем є внутрішній наказ споживача про призначення осіб, відповідальних за електрогосподарство та дотримання споживачем умов договорів на постачання енергоресурсів. У цьому або окремому наказі призначається відповідальна особа за дотримання умов договору щодо споживання та обліку енергоресурсів на підприємстві. У загальному випадку ця особа є працівником енергетичної служби підприємства, має відповідну освіту та є інженерно-технічним працівником.

На таку особу покладаються такі обов'язки:

- нагляд за дотриманням умов знаходження та експлуатації приладів обліку;
- нагляд за справністю приладів обліку, опломбуванням приладів;
- своєчасна перевірка приладів обліку;
- своєчасне зняття показань приладів обліку;
- організація доступу до приладів обліку представника постачальника енергоресурсів та контролюючих організацій;
- нагляд за дотриманням режиму енергоспоживання та його граничних величин;
- нагляд за значенням показників якості електричної та теплової енергії;
- оперативне спілкування з персоналом енергопостачальних організацій;
- аналіз енергоспоживання;
- підготовка пропозицій керівництву щодо постачання та використання енергоресурсів.

Разом із виконанням зазначених обов'язків такій особі надаються певні права:

- давати приписи працівникам енергоспоживаючих підрозділів щодо ефективного використання енергоресурсів;
- давати вказівки щодо зміни графіків енерговикористання;
- давати вказівки щодо підтримки умов експлуатації енергетичного обладнання тощо.

Зазначені обов'язки та права фіксуються у посадовій інструкції такого працівника, яка вводиться в дію наказом по підприємству. Працівник повинен бути ознайомлений з інструкцією та мати її на робочому місці.

2 Технічні засоби обліку. Вимоги до їх конструкції та технічного стану, умов монтажу. Перевірка засобів обліку енергоспоживання

Технічні засоби обліку енергоресурсів, що використовуються як розрахункові, за конструкцією застосовують такі методи вимірювання витрат:

- змінний перепад тиску на звужувальному пристрої;
- вихрові;
- тахометричні;
- силовий тощо.

Крім того, серед методів, прийнятних для виміру витрат рідин, використовується також ультразвуковий та електромагнітний.

Зважаючи на те, що прилади та методи обліку дуже чутливі до збурювань різного роду, їх монтаж та місце установки регламентуються певними правилами.

Кожен тип приладів обліку має відповідати нормативним документам за його конструкцією та точністю вимірів.

Одним з основних показників якості таких приладів є спроможність приладу зберігати свої первинні властивості впродовж якомога більшого періоду часу у заздалегідь ви-значених умовах експлуатації.

У зв'язку з тим, що кожен такий прилад має окремий діапазон вимірювання (що залежить від його конструкції), вибір та монтаж устаткування вузла обліку виконується на підставі проекту, що розробляється відповідно до вимог правил та нормативних документів.

Вузол обліку споживання енергоресурсу, прилади обліку повинні розміщуватися у місцях вільного доступу обслуговуючого персоналу та уповноважених працівників енергопостачальних організацій для отримання інформації та можливості контролю і перевірки їх роботи.

Для розрахунків за електроенергію мають використовуватися багатотарифні або однотарифні засоби обліку.

Прилади обліку, що застосовуються при розрахунках за спожиті енергоресурси, повинні бути внесені до Державного реєстру засобів вимірювальної техніки, допущених до застосування в Україні.

Останнім часом поширилися системи одержання, збору та обробки інформації, що дозволяють реалізувати облік енергоресурсів практично у режимі реального часу.

Вимірювальні системи, що забезпечують збір, обробку, зберігання та передачу інформації про використання або виробництво енергоресурсів, одержали назву АСКОЕ (автоматизовані системи комерційного обліку енергоресурсів), структурна схема якої однієї з них зображена на рис. 4.2.

Конструктивно підсистема збору первинної інформації АСКОЕ включає первинні перетворювачі, що заміряють параметри витрат, тиску, температури тощо.

Каналами зв'язку можуть бути дротові лінії зв'язку, виділені телефонні канали, радіоканали зв'язку.

У разі виникнення зустрічного перетікання електричної енергії з мереж споживача в мережі електропередавальної організації необхідно встановлювати як розрахункові, так і технічні засоби обліку електричної енергії для окремого обліку перетікання активної та реактивної енергії в обох напрямках.

Для визначення придатності обліку засобів обліку споживання енергоресурсів до застосування проводиться їх перевірка. Для засобів обліку, за вимірами яких проводяться розрахунки за спожиті енергоресурси, в обов'язковому порядку проводиться перевірка відповідними державними органами.

Перевірка проводиться у терміни, що встановлюються органами Держстандарту України.

3 Порядок документування та оформлення результатів обліку енергоресурсів на підприємствах. Межа розподілу відповідальності постачальника та споживача

На підприємствах проводиться облік енергоресурсів згідно з прийнятим керівництвом підприємства регламентом. У залежності від обсягу, графіку енергоспоживання, ступеня автоматизації регулювання споживання та його обліку може бути така фіксація обсягу споживання:

- щогодинна;
- щодобова;
- щомісячна.

Як вже зазначалося раніше, комерційний облік використання енергоресурсів проводиться приладами, які допущені технічними умовами вузла обліку та Державним реєстром засобів вимірювальної техніки до використання в Україні.

На підприємстві, за підписом керівника підприємства, оформляється наказ, що призначає відповідальну особу за проведення обліку спожитих енергоресурсів.

У відповідності з особливостями підприємства це може бути черговий персонал (начальник зміни чергового персоналу на насосній станції або черговий, начальник зміни електричної підстанції тощо).

Межа експлуатаційної відповідальності між споживачем та електропостачальною організацією за стан та обслуговування суміжних електроустановок фіксується в акті розмежування балансової належності електроустановок і експлуатаційної відповідальності сторін.

За межу балансової та експлуатаційної відповідальності в системах подачі тепла береться зовнішня поверхня стіни теплової камери в бік споживача, в якій установлені засувки на відгалуження до споживача по ходу гарячого теплоносія, який належить енергопостачальній організації (у разі влаштування наземної та естакадної прокладки зовнішньої тепломережі - 500 мм після засувки в бік споживача).

Тема 6. Система оперативного управління електро-, тепло-, газопостачання підприємств.

План:

1. Організація диспетчеризації підприємств.
2. Організація взаємовідносин з енергопостачальними підприємствами.

1 Організація диспетчеризації підприємств.

Розглянемо схему управління технологічними лініями підприємства та схему забезпечення енергоресурсами цих технологічний ліній (рис. 5.1).

Використовуваними енергоресурсами є електроенергія, газ, тепло, вода.

Керування технологічним процесом підприємства здійснюють персонал виробничо-диспетчерської служби та черговий персонал ліній.

Черговий персонал енергопостачальних підрозділів працює у рамках регламенту енергоспоживання, що регулюється договорами з енергопостачання та режимом енерго- постачальної організації. Персонал енергопостачальних підрозділів підприємства в першу чергу виконує вказівки енергопостачальної організації,

якщо це відповідає умовам договору енергопостачання та ситуації, що складається у загальних мережах енергопостачання (аварійні відключення, перевитрати тощо).

Вказівки чергового персоналу енергопостачальних підрозділів підприємства є обов'язковими для виконання виробничо-диспетчерською службою підприємства.

У рамках технологічного регламенту вказівки виробничо-диспетчерської служби енергопостачальним підрозділам підприємства є обов'язковими для їх виконання (зміна режиму водоподачі, вмикання двигунів великої потужності тощо).

Таким чином забезпечується принцип подвійної підпорядкованості енергозабезпечувальних підрозділів підприємства вимогам енергопостачальних організацій та виробничо-диспетчерській службі підприємства і навпаки.

2 Організація взаємовідносин з енергопостачальними підприємствами

При укладанні договору на енергозабезпечення між енергопостачальною організацією та споживачем розробляється список оперативного персоналу сторін, що мають право взаємодіяти між собою при виконанні тих чи інших дій у сфері енергозабезпечення. Цей перелік ухвалюється сторонами та є обов'язковим для персоналу.

У переліку, крім посадових осіб, зазначаються повноваження, якими наділяються зазначені посадовці (контроль режиму енергоспоживання, вмикання-вимикання установок, контроль приладів обліку, введення аварійного зменшення енергоспоживання тощо).

У деяких випадках енергозабезпечення споживача від енергопостачальника може відбуватися через електропередавальну організацію. У цьому випадку є деякі особливості взаємодії енергопостачальника, енергопередавальної організації та споживача.

Додаткові обов'язки, права та особливості забезпечення енергією споживача відображаються у договорі з енерго- передавальною організацією.

Нормативними документами або у договорі також окреслюється порядок доступу персоналу енергопостачальної організації на об'єкти енергопередавальної організації та споживача, порядок його дій, виконання правил з охорони праці.

Чітка організація взаємовідносин між персоналом енергопостачальної організації, енергопередавальної організації та споживача - запорука безаварійної роботи.

Тема 7. Основні показники енергоефективності енергозабезпечення.

План:

1. Нормування енерговитрат.
2. Питомі норми енергопостачання-енергоспоживання.

1. Нормування енерговитрат.

Одним з головних питань, що виникає у практичній діяльності з енергозбереження на будь-якому промисловому об'єкті, є питання про те, наскільки раціонально використовується енергія на даному підприємстві.

Для того щоб відповідь на таке питання була об'єктивною, очевидно, необхідно спиратися на використання конкретних кількісних показників. Узагальнено їх можна назвати показниками ефективності енергозабезпечення - енерговикористання. Такі показники повинні відображати корисні витрати та втрати одного або декількох видів енергії як при проведенні виробничих процесів, так і в процесі перетворення, передачі та розподілення енергії.

Такі показники дають можливість порівнювати їх з аналогічними величинами, досягнутими на інших виробництвах та підприємствах. Навіть просте порівняння у першому наближенні дозволяє сказати: раціонально чи не раціонально використовується енергія на тому чи іншому об'єкті, а також зробити попередній висновок про можливість та економічну доцільність вирішення завдань енергозбереження на даному об'єкті.

При формуванні складу показників ефективності енергозабезпечення-енергоспоживання та окреслення меж їх використання доцільно виходити з поняття енергетичний потік.

Енергетичний потік - це рух енергоресурсів у енергетичному господарстві підприємства у напрямку від виробника до споживача енергії, що окреслює всі стадії процесу виробництва, передачі, розподілу та використання енергії.

Для оцінки енергетичної ефективності таких процесів повинні бути визначені показники ефективності перетворення та використання енергії (ККД котельної установки, питомі витрати палива на виробництво електричної енергії тощо). Такі показники характеризують частину перетворюваної енергії, що зберігається у перетвореному енергоносії.

Завдання таких показників - вираження співвідношення між вхідною і вихідною енергією та оцінка втрат перетворення.

Подібно до показників перетворення енергії існують також показники, що характеризують ефективність передачі й розподілу енергії. Такі показники називаються показниками ефективності розподілення енергії, зміст яких аналогічний показникам ефективності перетворення енергії (ККД електропередачі, коефіцієнт питомих витрат у мережах тощо).

Для всіх основних та допоміжних виробничих процесів, де споживана енергія перетворюється у корисну енергію, що використовується для зміни форми та стану предметів праці, необхідно розробити показники ефективності використання енергії (ККД енерговикористовуючого агрегату, питомі витрати енергії на одиницю виробленої продукції тощо).

Показники ефективності використання енергії застосовують для контролю раціональності споживання енергії та дотримання оптимальних параметрів технологічного процесу. Крім того, вони є основою для планування енергоспоживання промислових підприємств, їх підрозділів, окремих потужних агрегатів.

2 Питомі норми енергоспоживання

Залежно від цільового призначення всі показники ефективності енергопостачання-енергоспоживання можуть бути поділені на такі **групи:**

- показники для аналізу енергетичної ефективності відокремлених стадій процесу перетворення, розподілення та використання енергії;
- показники для планування енергоспоживання та техніко-економічного обґрунтування заходів з енергозбереження.

Поряд з цим показники ефективності енергоспоживання-енергозабезпечення розподіляють також за якісними показниками (за ступенем обґрунтованості):

- науково-обґрунтовані показники;
- тимчасові показники - що ґрунтуються на використанні даних статистичної звітності.

Реальне коло використовуваних показників ефективності енергопостачання енергоспоживання досить вузьке. *Можна виділити два різновиди таких показників:*

- показники типу ККД;
- показники питомих витрат енергії.

Для таких показників необхідно встановити еталон - деяке значення, порівнюючи з яким фактичні величини відповідних показників можна було б зробити висновок про рівень ефективності енерговикористання на даному об’єкті. Для цього використовують третій різновид показників ефективності енергопостачання-енерговикористання

- норми питомих витрат енергії або питомі норми енергоспоживання. Процес встановлення таких норм називається нормалізацією енергоспоживання.

Класифікація норм питомих витрат енергії відбувається за трьома основними ознаками:

- за ступенем агрегації;
- за складом витрат енергії;
- за періодом дії норм.

Залежно від ступеня агрегації (об’єднання) норми витрат енергії поділяють на індивідуальні та групові.

Індивідуальні норми - це норма витрати енергії на виробництво одиниці продукції (роботи), яка встановлюється за типовими або відокремленими енергоспоживаючими агрегатами, технологічними процесами відносно даних умов виробництва.

Групова норма - це норма витрат енергії, що встановлюється на господарських об’єктах різних рівнів господарювання, на виробництво однотипної продукції (роботи) у запланованих умовах виробництва (групою технологічних об’єктів).

Залежно від складу витрат енергії норми поділяють на технологічні та загальновиробничі.

Технологічна норма - це норма витрат енергії, що враховує витрати та втрати енергії, пов’язані з виконанням основних та допоміжних технологічних процесів виробництва даного виду продукції або роботи.

Загальновиробнича норма - норма витрат енергії, що враховує не тільки витрати енергії на технологічні процеси, а також на допоміжні потреби виробництва та втрати енергії у процесах її перетворення, передачі, розподілення, віднесені на виробництво даної продукції (роботи).

Індивідуальні та групові норми питомих витрат енергії можуть бути диференційованими та збільшеними.

Диференційовані норми відносять до окремих видів продукції. Збільшені норми встановлюються у вигляді усереднених величин за групами продукції різних сортів або типорозмірів.

Залежно від витрат, що враховані у норми, розрізняють цехові та заводські норми.

Залежно від періоду дії норми витрат енергії поділяють на квартальні та річні.

Основні вимоги до норм питомих витрат енергії:

- технічна та економічна обґрунтованість;
- єдина методологічна основа при розробленні норм;
- вираховування конкретних умов виробництва, досягнень науково-технічного прогресу;
- систематичний перегляд з урахуванням змін техніки, технології та організації виробництва, технічного стану обладнання;
- сприяння мобілізації внутрішніх резервів економії енергії та підвищенню ефективності її використання.

Тема 8. Нетрадиційні джерела енергії та палива

План:

1. Поняття нетрадиційних джерел енергії.
2. Класифікація та перспективи використання нетрадиційних джерел енергії у світі.

1. Поняття нетрадиційних джерел енергії.

На жаль у сьогоднішньому переліку стандартизованих термінологій в Україні відсутній термін “нетрадиційні джерела енергії”. У зв’язку з чим у законодавчій базі України, керівних матеріалах, технічній літературі цей термін, з одного боку, обмежується так званими “позабюджетними джерелами енергії”, з другого боку, поширюється і на деякі поновлювальні джерела енергії.

Для розгляду пропонується такий склад нетрадиційних джерел енергії:

- джерела прямого перетворення різних видів енергії в електричну;
- нетрадиційні види палива;
- вторинні енергетичні ресурси.

До джерел прямого перетворення різних видів енергії в електричну відносять джерела, що передбачають безпосереднє перетворення теплової та хімічної енергій в електричну.

Технологіями, які перетворюють теплову енергію в електричну, є:

- магнітогідродинамічне перетворення енергії;
- використання енергії реакторів-розмножувачів на швидких нейтронах;
- використання енергії термоядерних реакцій;
- термоелектричні технології;
- термоемісійні технології;
- технології з використанням цирконію.

На сьогодні і в найближчу перспективу ще будуть існувати процеси з матеріальними й енергетичними відходами. На технологічний процес використовується визначена кількість палива, електричної та теплової енергії. Крім того, самі технологічні процеси проходять із виділенням різних енергетичних ресурсів - теплоносіїв, горючих продуктів, газів і рідин надлишкового тиску. Однак не вся кількість цієї енергії використовується в технологічному процесі або агрегаті. Такі невикористані в процесі (агрегаті) енергетичні відходи називають вторинними енергетичними ресурсами (ВЕР).

Вторинні енергетичні ресурси промисловості розподіляються на три основні групи:

- горючі;
- теплові;
- надлишкового тиску.

Горючі (пальні) ВЕР - це хімічна енергія відходів технологічних процесів хімічної та термохімічної переробки сировини, до них можна віднести:

- побічні горючі гази плавильних печей (доменний газ, колошниковий, шахтних печей і вагранок, конверторний тощо);
- горючі відходи процесів хімічної та термохімічної переробки вуглецевої сировини (синтез, відходи електродного виробництва, горючі гази для отримання вихідної сировини для пластмас, каучуку тощо);
- тверді й рідкі паливні відходи, які не використовуються для подальшої технологічної переробки (відходи деревообробки, целюлозно-паперового виробництва тощо).

Горючі ВЕР використовуються в основному як паливо.

Теплові ВЕР - це теплота відхідних газів при спалюванні палива, теплота води й повітря, які використовуються для охолодження технологічних агрегатів та установок, теплота виробів і відходів виробництва, наприклад гарячих металургійних шлаків.

Особливо значні обсяги теплових вторинних ресурсів наявні в чорній металургії, газовій, нафтопереробній і нафтохімічній промисловості.

ВЕР надлишкового тиску (напору) - це потенціальна енергія газів, рідин і сипучих тіл, що залишають технологічні агрегати з надлишковим тиском (напором), які необхідно знижувати перед послідуючим використанням цих рідин, газів сипучих тіл або при викиді їх в атмосферу, водоймища, ємності та інші приймачі. До ВЕР цього типу належить і надлишкова кінетична енергія.

Вторинні енергетичні ресурси надлишкового тиску перетворюються в механічну енергію, яка безпосередньо використовується для приводу механізмів і машин або перетворюється в електричну енергію.

2. Класифікація та перспективи використання нетрадиційних джерел енергії у світі.

Серед нетрадиційних джерел енергії на майбутні декілька десятиліть найбільш перспективним буде використання термоелектричних генераторів, водню, паливних комірок.

З усіх різновидів термоелектричних генераторів найбільший інтерес становлять термофотоелектричні генератори (ТФЕГ). ТФЕГ завдяки створенню високоефективних фотоелектроперетворювачів та узгоджених із ними за спектром випромінювачів знайдуть широке використання як автономні джерела електричної енергії в наземних і космічних умовах. Питома вартість електроенергії, що може бути отримана за допомогою ТФЕГ, становить у наземних умовах 2— 3 дол. СІЛА за 1 Вт встановленої потужності, що приблизно в 2 рази нижче питомої потужності наземних сонячних батарей. При цьому кількість електроенергії, яка виробляється за допомогою ТФЕГ еквівалентної потужності, приблизно в 3 рази більша за рахунок їх безперервної роботи, крім того, питома кількість електроенергії, що виробляється з одиниці площі фотоперетворювачів, у ТФЕГ в 100-200 разів більша, ніж у звичайних сонячних батареях.

Сьогодні у світі спостерігається значний інтерес до паливних елементів. Значна кількість наукових організацій і фірм працюють над різними схемами та практичними застосуваннями паливних елементів. Значний інтерес становлять щодо цього галузі енергетики, космічної техніки, транспорту, мікроелектроніки. Одна з технічних проблем полягає в тому, що для електродів (катода) необхідно використовувати високорозвинуті поверхні. Очікується, що це завдання буде вирішено у зв’язку з досягненнями в галузі

нанотехнологій, які дозволяють виробляти наноструктури типу нанотрубок, наноконусів, фулеренів із розмірами до кількох наномікрон. Саме такі наноструктури можуть бути основою для принципово нових і високоефективних складових паливних елементів.

Водень - це енергетичний ресурс майбутнього, але способи отримання його на сьогодні потребують значних капітальних витрат. У цьому напрямі наявні екзотичні проекти великомасштабного виробництва водню за допомогою бактерій. Процес відбувається за схемою фотосинтезу: сонячне світло поглинається, наприклад, синьо- зеленими водоростями, які швидко ростуть. Ці водорості можуть бути їжею для деяких бактерій, які в процесі життєдіяльності виділяють з води водень. Однак щоб здійснити цю ідею, необхідно вирішити багато наукових та інженерних задач.

Нетрадиційні види палива

У зв'язку зі стрімким скороченням традиційних видів палив учені світу все частіше звертаються до водню, запаси якого у водах Світового океану практично невичерпні. Потреба економіки у водні прямує по зростаючій. Ця найпростіша і найлегша речовина може використовуватися не лише як паливо, а як необхідний сировинний елемент у різних технологічних процесах.

За умов нестачі енергетичних ресурсів активізується робота щодо пошуку нетрадиційних джерел вуглеводнів: газогідратів, водорозчинних газів, газів вугільних копалин, вуглеводнів нестабільного фазового та хімічного складів на значних глибинах.

За сучасними уявленнями, загальні ресурси нетрадиційних видів вуглеводневої сировини на порядок перевищують ресурси традиційних джерел.

Воднева енергетика

З енергетичної точки зору водень - це альтернатива нафті та природному газу. Перспективне застосування водню зумовлено такими *показниками:*

- запаси водню в складі води практично невичерпні;
- теплота згорання водню в кілька разів вища, ніж у природних газів;
- водень як паливо може бути використаний для отримання теплової та електричної енергій, а також у двигунах різного виду;
- водень - екологічно чисте паливо.

Водень може використовуватися:

- для отримання теплової енергії при спалюванні;
- для отримання електричної енергії за допомогою мотор- генераторів або паливних елементів;
- як паливо автомобільного транспорту.

Теплову енергію для опалення й гарячого водопостачання можна отримувати під час спалювання водню з використанням промислових пальників. Для приготування їжі можуть бути застосовані звичайні побутові кухонні плити з деякими змінами в конструкції пальників для використання водню.

Рідкий водень поряд з іншими рідкими паливами (керосин, вуглеводи та їх сполуки) все ширше використовують як паливо для реактивних рідинних двигунів в авіації та космонавтиці.

Для вироблення електричної енергії в мотор-генераторі потужністю 100 кВт за 1 год роботи витрачається 5,5 кг (61м) водню. Для отримання 1 кВт-год електричної енергії за допомогою воднево-кисневого паливного елемента треба використати 33,12 г (0,371м) водню і 264,96 г (0,186 м) кисню при ККД паливного елемента 0,8.

Калорійність водню становить 33 тис. ккал/кг, що втричі вище калорійності бензину. Експерименти показують, що навіть 5 %-на масова добавка водню до бензину підвищує економічні показники палива до 25 %, при цьому значно зменшується кількість шкідливих викидів в атмосферу.

Водень використовується також у багатьох галузях промисловості. Він потрібний у металургії для прямого відновлення руд, у харчовій промисловості - для вироблення маргарину, у хімічній промисловості - для виробництва добрив (приблизно половина всього водню, що виробляється у світі, йде на виробництво аміаку).

Ще одна галузь, де водень зможе знайти широке використання, - отримання кормів для домашніх тварин. Уже в позаминулому столітті.

було відкрито воднеокиснюючі бактерії, біомаса яких при поглинанні водню подвоюється за кілька годин. Такі бактерії вміщують 50-75 % білка. Цю біомасу нині широко використовують при відгодовуванні худоби й птиці.

Таким чином, водень може замінити природний газ для побутових потреб, бензин - у двигунах внутрішнього згоряння, крім того, замінити спеціальні види палива в ракетній промисловості, ацетилен - у процесах зварювання металів, кокс - у металургійних процесах тощо. До того ж, при використанні чистого водню як палива значно зменшуються шкідливі викиди в атмосферу.

Новий підхід до використання водню в енергетиці полягає в допалюванні водню разом із парою; в результаті отримується більш висока температура пари і, як наслідок, більш високий ККД турбіни - до 55 %

Що до зберігання водню використовується таке:

- у вигляді газу - газгольдери;
- у вигляді стисненого газоподібного - балони, ресивери;
- у зв'язаному стані - хімічні сполуки та гідриди металів;
- у рідкому стані (кріогенна форма) - балони.

Сировиною для отримання водню є викопне органічне паливо (природний газ, кам'яне та буре вугілля, горючі сланці) і вода, запаси якої необмежені і поновлювальні, оскільки водень при окисненні (спалюванні) перетворюється в екологічно чисту воду.

На сьогодні можна виділити десять методів отримання водню:

1) парофазна конверсія метану (природного газу);

2) термічне розкладання вуглеводів; термохімічні цикли;

парофазна конверсія водню з кам'яного, бурого вугілля, торфу; підземна газифікація вугілля; залізопарофазний спосіб; електроліз води та пари; за допомогою енергоакумулюючих речовин; фотоліз води з отриманням водню й кисню (сонячно-воднева енергетика);

10) за допомогою біокаталітичних систем.

Тема 9. Вторинні енергоресурси

План:

1. Види вторинних енергоресурсів.
2. Горючі ВЕР.
3. Теплові ВЕР.
4. Шляхи використання ВЕР.

1. Види вторинних енергоресурсів.

Під ***вторинними енергетичними ресурсами*** розуміється хімічно зв'язана теплота, фізична теплота і потенційна енергія надлишкового тиску продукції, відходів, побічних і проміжних продуктів, що утворюються в технологічних агрегатах (установках, процесах), які не використовуються в самому агрегаті, але можуть бути частково або повністю використані для енергопостачання інших агрегатів.

За видом енергії вторинні енергетичні ресурси діляться на: горючі (паливні), теплові і надлишкового тиску.

Горючі (паливні) вторинні енергоресурси являють собою побічні продукти технологічних процесів, які містять у собі хімічно зв'язану енергію відходів технологічних процесів, і можуть бути використаними як енергетичне або технологічне паливо.

У технологічних процесах металургійних, коксохімічних та хімічних підприємств виникають горючі гази промислового походження як побічні продукти виробництва. Серед таких вторинних енергоносіїв найбільші ресурси мають коксовий газ, річний вихід якого оцінюється на 5,2 млн т у. п., доменний - 4,8 млн т у. п., феросплавний - 0,15 млн ту. п. та горючі гази хімічної промисловості - 0,75 млн т у. п.; загальний річний вихід цих енергоносіїв оцінюється приблизно на 11 млн т у. п.

Теплові вторинні енергоресурси являють собою фізичну теплоту основних і побічних продуктів, вихідних газів технологічних агрегатів, систем охолодження їх елементів, фізичну теплоту гарячої води і пари, відпрацьованих у технологічних установках. Однак, якщо ця теплота повертається в технологічний процес (підігрів повітря, сировини тощо), в результаті якого вона отримана, то така теплота не належить до вторинних енергоресурсів. Вторинна і відпрацьована водяна пара може використовуватися як тепловий вторинний енергетичний ресурс, так і як вторинний енергетичний ресурс надлишкового тиску.

Найбільші вторинні теплові ресурси мають підприємства чорної і кольорової металургії, хімічної, нафтопереробної та нафтохімічної промисловості, промисловості будівельних матеріалів, важкого машинобудування, газової промисловості.

Вторинні енергоресурси надлишкового тиску являють собою здатність використовувати потенціальну енергію газів, що виходять з технологічних агрегатів із надлишковим тиском, який необхідно знизити перед наступним ступенем використання цих речовин або при викиді їх у довкілля. Ця енергія може бути використаною в утилізаційних установках для отримання інших видів енергії.

2. Горючі ВЕР.

Коксовий газ

Вироблення коксу відбувається в камері печі з вугільної шихти, де вона нагрівається до 1000 °С без доступу кисню протягом 14- 15 год. Разове завантаження камери печі становить близько ЗО т сухої шихти. В результаті утворюється твердий залишок - кокс - при температурі 1000-1050 °С і виділяються леткі речовини, які називаються прямим коксовим газом. У тепловому балансі коксування теплота прямого коксового газу становить близько 15 %. В 1 $м^3$ прямого коксового газу міститься: 250-450 г водяних парів, 80-150 г парів смоли, 30-40 г бензольних вуглеводнів, 8-13 г аміаку, до 10 г нафталіну, 6-40 г сірководню і 0,5-2,5 г ціановодню.

Доменний газ

Доменний газ іноді називають колошниковим газом, тобто газом, який виходить із верхньої частини доменної печі - колошника. Доменний газ утворюється при виплавлянні чавуну в доменних печах. Кількісне значення його виходу, а також хімічний склад залежать від властивостей шихти і палива, режиму роботи печі тощо. В середньому вихід доменного газу коливається від 1500 до 2500 м на 1 т чавуну.

На виході з печі доменний газ має у своєму складі багато колошникового пилу, в ньому також є оксиди заліза, кремнію, алюмінію, марганцю, сірки та інших компонентів, що наявні в шихті. Для зниження запиленості і зменшення металевих домішок використовується система газоочищення, в якій газ послідовно проходить через апарати: інерційні сухі пиловловлювачі, скрубери, труби Вентурі з краплевловлювачами, мокрі електрофільтри.

Феросплавний газ

Феросплавний газ утворюється при виплавлянні феросплавів у рудновідновлювальних печах, причому його подальше використання як вторинного енергетичного ресурсу можливе тільки в закритих печах, у відкритих при наявності повітря він згорає на колошниках.

3. Теплові вторинні енергетичні ресурси

До теплових вторинних енергетичних ресурсів належать нагрітий проміжний і готовий продукти виробництва та відходи, вторинні гази, нагріте технологічне й електричне обладнання та системи їх охолодження, пара, гаряча вода, нагріте повітря тощо.

При використанні в традиційній енергетиці газотурбінних двигунів температура вихідних газів установки становить близько 440 С.

Вихідні гази газотурбінного двигуна прямують до *котла-утилізатора*, де віддають теплоту робочому тілу (воді) і після охолодження викидаються в атмосферу. Вода у вторинному контурі переходить у котлі-утилізаторі в пароподібний стан і при високій температурі і тиску надходить у турбіну. В результаті перетворення теплової енергії пари в механічну, а потім в електричну отримуємо вторинне джерело електричної енергії. Пара, віддавши енергію турбіні, при низькій температурі і тиску надходить у конденсатор, де віддає теплоту конденсації охолоджуючій воді, конденсується і насосом під високим тиском подається в котел-утилізатор. Таким чином, цикл робочого тіла вторинного контуру замикається.

До недоліків використання утилізаційних установок ГКС за кордоном і в Україні є те, що навіть при отриманні електричної енергії температура вихідних газів після утилізаційних теплообмінників є близькою до 150 °С. Охолоджувати гази до більш низької температури не рекомендується через ймовірне випадання конденсату водяної пари в економайзері котла-утилізатора з утворенням оксидів вуглецю, азоту, сірки, що пов’язане з корозією труб.

Чавун - це основний продукт доменної плавки, виходить він із печі при температурі 1400 °С. В доменному виробництві фізична теплота чавуну не використовується, однак вона широко використовується в послідуючій переробці в сталеплавильних печах. У середньому рівень використання теплоти чавуну на різних підприємствах становить 60-85 % .

При мартенівському виробництві фізична теплота рідкої сталі найбільш повно використовується при її розливанні в машинах безперервного лиття заготовок, де можливо використовувати до 580 кДж теплоти на кожний кілограм розливної сталі та отримувати, таким чином, на 1 т сталі 220 кг пари.

Фізична теплота сталі електросталеплавильного виробництва становить 54-64 % теплоти розхідного балансу. Цю теплоту можна використати для підігріву скрапу, підігріву кисню і палива, що вдувається в піч, отримання пари та гарячої води.

Теплові вторинні енергетичні ресурси нафтопереробної і нафтохімічної промисловості становлять мільйони тонн умовного палива на рік, а їх використання - близько 50 %; для промисловості будівельних матеріалів відповідно - 100-150 тис. ту. п./рік і 15-17 %.

4. Шляхи використання ВЕР.

Установки з використання вторинних енергетичних ресурсів залежно від їх ролі, в основному в технологічному процесі, в якому утворюються ВЕР, можуть бути чисто утилізаційними й енерготехнологічними.

Утилізаційні установки - це такі, без яких основний технологічний процес може проходити без будь-яких змін.

Енерготехнологічні установки - це установки, без яких основний технологічний процес може зовсім не відбуватися або суттєво змінюватися при їх відключенні. До таких установок належать установки, в яких використовуються ВЕР для технологічного процесу, а саме: системи примусового охолодження технологічних агрегатів, системи підігрівання повітря тощо.

На практиці в широкому значенні до утилізаційних установок відносять як чисто утилізаційні, так і енерготехнологічні.

В промисловості для утилізації ВЕР використовуються такі типи утилізаційного обладнання:

- паливні котли для спалювання горючих ВЕР;
- котли-утилізатори;
- системи випарного охолодження технологічних агрегатів;
- рекуператори і регенератори;
- економайзери (водопідігрівачі) і теплообмінники;
- утилізаційні абсорбційні холодильні установки;
- теплові насоси;
- утилізаційні турбіни тощо.

Паливні котли використовуються для отримання пари шляхом спалювання горючих вторинних енергетичних ресурсів у спеціальних камерах згорання. Котли підрозділяються на газотрубні і водотрубні.

Котли-утилізатори призначені для отримання безпаливної пари за рахунок використання теплоти відхідних газів технологічних агрегатів. Котли-утилізатори не мають паливного пристрою і по суті є теплообмінниками.

Газотрубний котел-утилізатор являє собою барабан із регульованим рівнем води, всередині якого розміщені горизонтально труби, по яких переміщуються відхідні гази з природною циркуляцією. По краях барабана кріпляться вхідна і вихідна газові камери. У верхній частині барабана передбачено сепараційний

пристрій, від якого насичена пара йде до пароперегрівача, розміщеного у вхідній газовій камері у вигляді змійовика з горизонтальним розташуванням труб.

Тема 10. Відновлювальні та нетрадиційні джерела енергії.

План:

1. *Поняття та класифікація ВДЕ.*
2. *Розвиток у світі.*
3. *Розвиток та запаси в Україні.*

1. Поняття та класифікація ВДЕ.

Усі енергетичні ресурси на Землі, що є продуктами безперервної діяльності Сонця, можуть бути поділені на дві основні групи: акумульовані природою й у більшості випадків непоновлювальні та неакумульовані, але постійно поновлювальні. До першої групи належать запаси паливних копалин: нафта, кам'яне та буре вугілля, сланці, торф і підземні гази, а також термоядерна і ядерна енергія. До другої групи належать сонячне випромінювання, вітер, потоки рік, морські хвилі та припливи, внутрішнє тепло Землі.

Поновлювальними джерелами енергії називаються ресурси енергії, що постійно циклічно поновлюють енергетичну цінність і можуть бути перетворені на корисну роботу. Іншими словами, поновлювальні джерела енергії поновлюються постійно, без часових обмежень, тоді як використання традиційних палив обмежене наявними запасами.

Сонячна діяльність характеризується приблизними показниками, які загалом утворюють схему теплового балансу Землі.

Результатами прямої сонячної діяльності є тепловий ефект і фотоефект, внаслідок чого Земля отримує теплову енергію та світло. Результатом побічної діяльності Сонця є відповідні ефекти в атмосфері, гідросфері та геосфері, що викликають появу вітру, хвиль, зумовлюють течію річок, створюють умови для збереження внутрішнього тепла Землі.

Переваги поновлювальних джерел енергії порівняно з традиційними такі:

- вони практично є невичерпними;
- не забруднюється довкілля;
- відпадає необхідність у добуванні, переробці та доставці палива;
- немає потреби використовувати воду для охолодження, вилучати
золові відходи або продукти розпаду;
- немає необхідності у дефіцитних високотемпературних матеріалах,
за винятком сонячних концентраторів теплоти;
- можуть працювати без обслуговування;
- немає потреби в транспортуванні енергії.

Основними факторами, що обмежують використання поновлювальних джерел енергії, є

- мала густина енергетичного потоку; для порівняння:
- значна нерівномірність можливості вироблення енергії залежно від пори року і навіть доби;
- нерівномірне розміщення можливих місць вироблення енергії і концентрованих місць використання енергії;
- висока капіталоємність енергетичних установок і споруд.

Автономна енергоустановка з ПДЕ повинна мати або акумулятори, або установку-дублера, що працює на традиційному паливі. Якщо установка з ПДЕ приєднана до мережі, то мережа повинна взяти на себе компенсацію нерівномірності постачання енергії, для чого вона повинна мати достатню ємність і маневреність.

Необхідність використання поновлювальних джерел енергії визначається такими факторами:

- швидким зростанням потреби в електричній енергії, споживання якої через 50 років, за деякими оцінками, зросте в середньому в 3-4 рази, а в розвинених країнах - в 5-6 разів;
- вичерпуванням у найближчому майбутньому розвіданих запасів органічного палива;
- забрудненням довкілля оксидами азоту та сірки, вуглекислим газом, пилоподібними рештками від згорання видобувного палива, радіоактивним забрудненням і тепловим перегрівом при використанні ядерного палива.

2. Розвиток у світі.

У виробництві електричної енергії частка поновлювальних джерел енергії невелика і в цілому по світу вона становила в 2000 р.

1,6 % (без врахування великих ГЕС). Однак у ряді розвинених країн світу частка ПДЕ у виробництві електроенергії значно вища: Данія - більше 12 %, Італія - 2,8 %, Іспанія, Німеччина, Чилі - 2,7 %, Швеція

- 2,5 %, Великобританія - 2,4 %, СІЛА - 2,2 %.

Енергія, що отримується від ПДЕ, як правило, дорожча за традиційну, що значною мірою впливає на ставлення до них сьогодні. Тому якщо в 70-80 роках минулого століття для розвинених країн стимулом розвитку ПДЕ були відомі нафтові кризи та побоювання, що вік дешевих традиційних палив закінчився, то сьогодні основним аргументом на користь використання ПДЕ в цих країнах є екологічна чистота, а для країн, що розвиваються, ПДЕ мають насамперед соціальне значення.

Теоретичні ресурси більшості видів поновлювальних джерел енергії є дуже значними. Однак тільки частина з них може бути використана існуючими і перспективними технологіями. Економічні (або комерційні) ресурси ПДЕ ще менші за різними додатковими обмеженнями: економічними, екологічними, соціальними, законодавчими тощо.

У зв'язку з цим поновлювальні енергетичні ресурси звичайно підрозділяються на теоретичні, технічні й економічні. Тому в технічній літературі прийнято розрізняти теоретичний (валовий або природний), технічний та економічний потенціали енергоресурсів.

Теоретичний (валовий або природний) потенціал - це максимально можливий обсяг використання енергетичного ресурсу даного виду (іншими словами, це сумарна енергія, яка зосереджена в даному виді енергоресурсу).

Технічний потенціал - це частина теоретичного потенціалу, яка може бути практично використана при існуючому рівні розвитку науки й техніки. Технічний потенціал, як правило, у 2-3 рази менше теоретичного (валового), але він постійно збільшується у міру вдосконалення обладнання та освоєння нових технологій.

Економічний потенціал - це частина технічного, освоєння якого економічно виправдане в теперішній час при існуючому рівні цін на обладнання і матеріали, робочу силу і конкуруючі енергоресурси.

Сумарний теоретичний потенціал поновлювальних джерел енергії в декілька разів перевищує сучасний рівень світового споживання первинних паливно-енергетичних ресурсів. Тільки річний енергетичний потенціал сонячної радіації на поверхні Землі в 3000 разів вище загальної кількості споживаної у світі первинної енергії. Значні теоретичні потенціали мають й інші поновлювальні джерела енергії. Однак при існуючому рівні технологічного розвитку і кон'юнктурі, що склалася в теперішній час на світових енергетичних ринках, лише незначна їх частина може бути ефективно використаною. Так, якщо сумарний теоретичний потенціал припливної енергії у світі становить приблизно 22000 ТВт-год/рік, то лише 200 ТВт-год/рік можуть нині розглядатися як придатні до освоєння з технологічної та економічної точок зору. Проте і ця величина є дуже значною, вона перевищує сумарне річне виробництво електроенергії в Бельгії, Данії, Фінляндії і Португалії разом узятих.

На цей час частка поновлювальних джерел енергії у світових обсягах енергоспоживання становить близько 12-14 %. Країни Європейського Союзу планують до 2010 р. збільшити частку поновлювальних джерел енергії з 6 до 10-12 %. Системні дослідження, виконані під егідою ООН, показують, що частка поновлювальних джерел енергії у світовому балансі споживання паливно-енергетичних ресурсів у 2050 р. може досягти 50 %.

У світі вартість електричної енергії від поновлювальних джерел енергії, виробленої на різних видах електростанцій, знаходиться в середньому на рівні традиційних електростанцій, за виключенням фотоенергетики, де вартість електроенергії в 4-5 разів вища. Спостерігається стійке зниження вартості електроенергії від поновлювальних джерел енергії, в тому числі і на фотоелементах.

Однією з головних переваг ПДЕ є зменшення викидів парникових газів, що досягається за рахунок заміщення електростанцій, які працюють на викопному паливі, генеруючими потужностями та поновлювальними джерелами. ПДЕ можуть відіграти свою роль у зменшенні місцевого забруднення повітря. Завдяки тому, що вони виділяють незрівняно менше забруднюючих речовин порівняно з традиційними джерелами, системи поновлювальних джерел зможуть поліпшити якість повітря в містах і зонах відпочинку.

3. Розвиток та запаси в Україні.

Необхідність і можливість розвитку енергетики України на базі поновлювальних джерел зумовлені такими *причинами,* як:

- дефіцит традиційних для України паливно-енергетичних ресурсів;
- дисбаланс у розвитку енергетичного комплексу України, орієнтованого на значне виробництво електроенергії на атомних електростанціях (до 25-30 %) при фактичній відсутності виробництв з отримання ядерного палива, утилізації та переробки відходів, а також виробництв із модернізації обладнання діючих АЕС (ядерних реакторів, котельного обладнання тощо);
- сприятливі кліматично-метеорологічні умови для використання основних видів поновлювальних джерел енергії;
- наявність промислової бази, придатної для виробництва практично всіх видів обладнання для поновлювальної енергетики.

Таким чином, тільки існуючий рівень використання малої гідроенергетики однаковий із технічним потенціалом, для інших поновлювальних джерел рівень використання на 4-7 порядків нижчий за технічно можливий потенціал.

Тема 11. Розвиток альтернативної енергетики в АПК.

План:

1. Біоенергетика в АПК.
2. Перспективи використання енергії сонця в АПК.
3. Проблеми впровадження Систем енергозабезпечення з використанням ВНДЕ в АПК.

1. Біоенергетика в АПК.

Україна вважається зоною, придатною для активного розвитку біогазових технологій. За підрахунками фахівців науково-технічного центру „Біомаса", в країні щорічно утворюється 52 млн. тонн гною, з якого можна отримати 2207 млн $м^3$ біогазу. Його енергетичний потенціал дорівнює 1,59 млн. тонн умовного палива.

Потенціал звалищного газу, що утворюється на великих українських полігонах ТПВ, становить 288 млн. $м^3$ (0,19 т у.п.). Проте донедавна в Україні не було жодної великої біогазової установки, яка б працювала.

Сьогодні вже можна сказати, що закордонний досвід використання біогазу нарешті дійшов до українського села. Велику біогазову установку побудовано на фермі компанії „Агро-Овен" у селі Єленівка Дніпропетровської області. Передбачуваний вихід біогазу складає 3300 $м^3$/добу.

В Україні досить перспективним і ефективним напрямом розвитку біомаси є виробництво біогазу із відходів твердих побутових відходів (ТПВ) та використання звалищного газу. В середньому у нас в країні переробляється лише 5 % міських твердих відходів, тоді як у м. Токіо – майже 100 %, у м. Нью-Йорк – близько 80-90 %. Загальний потенціал звалищного газу в ЄС сягає 9 млрд.$м^3$/рік. Особливо важливий екологічний аспект застосування вітроенергетики є для рекреаційних зон України, розташованих на півдні та у Карпатах, які, одночасно, є й найбільш сприятливими регіонами для використання вітрової енергії. Результати районування території України за швидкістю вітру та економічних розрахунків дозволяють оцінити потенціал так званої „великої" вітроенергетики у 14790 млн. кВт. – год. в рік, „малої" – 114168 млн. кВт. - год. в рік, що може дати економію в 49,4 млн т. ум. палива в рік. Згідно інших оцінок, вітровий технічно доступний енергетичний потенціал території України оцінюється еквівалентними ресурсами у 5-10 млн. тонн умовного палива. На противагу вітроустановкам, практично, де завгодно можна встановлювати сонячні системи Прикладом у освоєнні сонячної енергетики на сьогодні може бути Німеччина. Державна програма „100 000 дахів", втілення якої завершилось у 2003 р. довела реальність успішного розвитку таких технологій у країнах з помірним кліматом. На думку окремих вчених, за певних умов, використовуючи досягнення сучасної енергетичної науки, „енергію сонячного випромінювання можна успішно використовувати на всій території України".

2. Перспективи використання енергії сонця в АПК

Сьогодні в країні експлуатується 49 малих ГЕС загальною потужністю 90 МВт. Найбільше малих ГЕС в Україні встановлено на Закарпатті – потужність їх досягає 31,55 МВт, у Вінницькій області – 19,75 МВт, Кіровоградській області – 12,73 МВт. Лише 100 міні-ГЕС загальною потужністю понад 30 МВт можна відбудувати.

На підставі проведених досліджень можна зробити хибний висновок про ефективність відмови від єдиної енергомережі і запровадження децентралізованої енергосистеми на кожному об'єкті, яким може бути і окрема молочна ферма. Однак, вчені Центру альтернативних технологій, що знаходиться в горах Уельсу, дійшли висновку, що з екологічних і економічних міркувань найбільш оптимальною і надійною є змішана система, за якої відновлювана енергетика поєднуватиметься з традиційною. При цьому системи акумулювання підвищують коефіцієнт корисного використання вітрових і сонячних енергоустановок на 30-50 %.

Таким чином, на даний час комплексне застосування сучасних методів, технологій і технічних засобів для альтернативного енергозабезпечення молочного скотарства потребує додаткової законодавчої підтримки та довготермінової узгодженості державної політики у сфері енергозбереження. В Україні практично відсутнє серійне виробництво багатьох видів технологічного устаткування для використання нетрадиційних джерел енергії, що стримує їх широке застосування. Разом з тим, в Україні є усі об'єктивні передумови для інтенсивного розвитку використання нетрадиційних та альтернативних джерел енергії. Можливий об'єм використання відновлювальних джерел енергії в Україні оцінюється на рівні 1-2 % на 2005 р. та 4-8 % на 2010 р. Національною енергетичною програмою передбачається до 2010 р. 5 % потреб держави в електроенергії забезпечити за рахунок нетрадиційних природних ресурсів.

3. Проблеми впровадження Систем енергозабезпечення з використанням ВНДЕ в АПК.

Низькі темпи впровадження поновлювальних нетрадиційних джерел енергії (ПНДЕ) в сільське господарство України пояснюються, перш за все, високою ціною обладнання ПНДЕ, адже здебільшого вартість отриманої енергії перевищує вартість енергії від звичайних джерел. Надійність обладнання у багатьох випадках низька. Відсутні стандарти і гарантії на обладнання, що виробляється, а також організації, які спеціалізуються на розповсюдженні і сервісному обслуговуванні встановленого обладнання. В значній мірі масштаби і ефективність використання відновлюваних і нетрадиційних джерел енергії в сільському господарстві, зокрема у молочному скотарстві залежать від рівня еколого-енергетичної свідомості та освіченості працівників цих сфер. З метою вивчення їх рівня автором дисертації на протязі 2001-2002 рр. проведено анкетування серед індивідуальних виробників молока у Кам'янко-Бузькому, Жовківському та Сокальському районах Львівської області.

Лише 39% індивідуальних виробників молока і 57 % спеціалістів громадських господарств володіють певною інформацією на предмет можливості використання в молочному скотарстві альтернативних і нетрадиційних джерел енергії, проте ніхто (100 %) не має жодних ідей щодо шляхів впровадження таких джерел енергії у власному виробництві. Тільки 28 % спеціалістів громадських господарств мають певні знання у сфері можливої утилізації теплоти в системах створення мікроклімату в приміщеннях для утримання корів і в процесі охолодження молока та щодо інших аспектів енергозберігаючих технологій виробництва молока.

Тема 12. Геліоенергетика

План:

1. Способи виробництва електричної енергії з сонячного випромінювання.
2. Потенціал сонячної енергії України.

3. Приклади структурних схем геліоустановок.
4. Активні сонячні системи теплопостачання.
5. Сонячні колектори.
6. Пасивні сонячні системи.

1. Способи виробництва електричної енергії з сонячного випромінювання.

На поверхню земної кулі падає сонячне випромінювання, енергія якого становить близько 81000•106 МВт, з яких 27000•106 МВт припадає на континенти. Всесвітнє використання всіх видів енергії становить близько 10•106МВт. Теоретично річний потенціал сонячного випромінювання в Польщі оцінюється приблизно у 1,1•106 ПДж у перерахунку на поверхню країни (близько 1000 кВт-год/м^2/рік). Близько 80 % цієї енергії надходить у період з квітня до вересня. У Польщі річний потенціал, економічно доцільний для видобутку електричної і теплової енергії з енергії сонячного світла, оцінюється у 1340 ПДж. Передбачається, що до 2020 року фінансові і технічні можливості дозволять виробляти близько 20 ПДж електричної енергії.

Геліотермічний метод. Основними елементами в такій системі є: геліостати - дзеркала, що обігріваються енергією сонця і скеровують його віддзеркалені промені на розміщений у центрі установки на високій башті абсорбер. Абсорбер складається з труб, що фокусують на собі відбите від геліостатів сонячне випромінювання. Всередині труб абсорбера циркулює робоча рідина (натрій, літій, нітрат калію), пара якої обертає турбіну. Найбільшою сонячною електростанцією, діючою за цим принципом, є електростанція Барстов (Вагеїюху) потужністю 10 МВт, працююча в Каліфорнії (США). У даний час проектуються електростанції потужністю 80 МВт, де башта абсорбера має висоту 225 м, геліостати розміщені на площі 450 м, температура робочої рідини досягає 530°С. Інший американський проект сонячної електростанції потужністю 250 МВт передбачається побудувати у пустелі, де інтенсивність сонячного випромінювання доходить до 1200 Вт/м2. Іншим видом сонячної електростанції є лінійні сонячні колектори у вигляді параболоїдів, у центрі яких розміщені трубчасті абсорбери з циркулюючою робочою рідиною. Перегрітий теплоносій використовується для підігрівання пари в турбіні, що обертає генератор, виробляючий електричну енергію. Система керування регулює положення сонячних колекторів перпендикулярно до падаючих сонячних променів. Це ’’слідкуючий” сонячний колектор.

Параболічні колектори є найбільш ефективним і якнайширше застосовуваним методом отримання сонячної енергії у великих масштабах.

Кошти на будівництво сонячних електростанцій становлять близько 3000-4000 $/кВт.

Сонячна енергія використовується також для підігріву води у системах гарячого водопостачання (ГВП) та для попереднього часткового підігріву системи опалення.

Геліоелектричний метод. Геліоелектричний метод полягає в безпосередньому перетворенні енергії сонячного світла в електроенергію за допомогою фотоелектричних елементів. Такі елементи перетворюють на електроенергію не тільки пряме, але й розсіяне випромінювання сонця за хмарної погоди.

Першою електростанцією у якій були використані фотоелементи, є електростанція Карисса Плайнасс (Carissa Plainas) в Каліфорнії потужністю 6,5 МВт, побудована у 1985 році. Вартість будівництва цієї електростанції з фотоелектричними елементами в 1985 р. була близько 5000 $/кВт. Потрібно брати до уваги те, що фотоелектричні ланки займають значну поверхню, що ускладнює реалізацію проектів такого типу. Для електростанції потужністю 1000 МВт необхідна площа у 50 км2. Найбільша електростанція (потужністю 23 МВт) працює в Джимілії (Jumilii) в Іспанії.

Електроенергія вироблена фотоелементами, все частіше використовуються для потреб індивідуальних споживачів і живлення електроенергією невеликих комунальних і промислових об’єктів.

Наразі Україна входить у першу п’ятірку держав світу (Україна, США, Японія, Німеччина, Китай), що володіють самим потужним науковим і виробничим потенціалом для створення й випуску фотовольтажного обладнання та устаткування. Виробничі запаси України становлять понад 10% світових обсягів монокристалічного кремнію для фотоелектричних перетворювачів. За попередні роки виготовлено біля 100 МВт фотоелектричних перетворювачів (ФЕПів) і встановлено 2 МВт автономних сонячних станцій з ККД на сучасному світовому рівні 14-16 %. Україна має також технології й досвід промислового отримання полікремнію - сировини для монокристалічного кремнію, попит на якій у світі на сьогодні необмежений, а вартісні показники наближаються до 100 дол. США за 1кг.

Щорічно в Україні виробляється фотоелектричних елементів загальною потужністю біля 150 МВт, які практично повністю ідуть на експорт - щорічні обсяги впровадження в Україні становлять лише близько 100 кВт.

Основним розробником устаткування для виробництва монокристалічного кремнію (а в перспективі і для отримання полікремнію) в Україні є ДП ЦКБМ «Донець» м. Луганськ. За участю ДП ЦКБМ «Донець» сформована інвестиційна пропозиція проекту створення комплекту обладнання для отримання полікремнію шляхом очищення металургійного кремнію (сьогоднішнє вітчизняне виробництво якого складає близько 8,0 тис. т) і відновлення високопродуктивного виробництва високотехнологічної сировини в Україні за участю вітчизняних спеціалізованих підприємств. Конструкторським бюро разом з російськими фахівцям (ВАТ «Балтійська кремнійова долина - «Міжнародний проект «ПО- ЛІСІЛ», м. Сосновий Бор Ленінградської області) розглядається можливість створення принципово нового обладнання з екологічно чистим технологічним процесом для одностадійного отримання кремнію шляхом прямого розщеплення сполучення SiÜ2 на кремній та кисень).

В Україні є ряд приладобудівних підприємств і підприємств мікроелектронного профілю для серійного випуску фотоелектричних перетворювачів

- „Квазар", „Гравітон", „Гамма", „Родон", „Дніпро" та інші. На сьогодні найбільші вітчизняні виробники монокристалічного кремнію - ВАТ „Квазар" та ТОВ „Пілар", м. Київ, забезпечують майже 10% світового обсягу виробництва (2,5 тис./рік), вимушені імпортувати полікремній (Киргизія, Китай, Японія, США та ін.), а іноді працювати і за давальницькою схемою. Нарощування обсягів виробництва стримується значним подорожчанням полікремнію у зв'язку із стрімким розвитком сонячної енергетики у світі.

2. Потенціал сонячної енергії України.

Потенціал сонячної енергії в Україні є достатньо високим для широкого впровадження геліосистем як теплоенергетичного, так і фотоелектроенергетичного обладнання практично на всій території (рис. 1.2).

Сонячне випромінювання в Україні складає 3500-5200 МДж/м^2 за рік. Сезонний період для активного використання сонячної енергії у північних регіонах продовжується з квітня по вересень, а у південних з березня по жовтень, що становить 1900-2400 годин в рік. Загальне середньорічне сонячне випромінювання варіюється від 1070 кВт*год/км^2. у місяць в північних районах Україні до 1400 кВт*год/км^2. на півдні країни. За рівнем інтенсивності сонячного випромінювання (радіації) на території України необхідно виділити чотири зони, які показані нижче.

1. Приклади структурних схем геліоустановок.

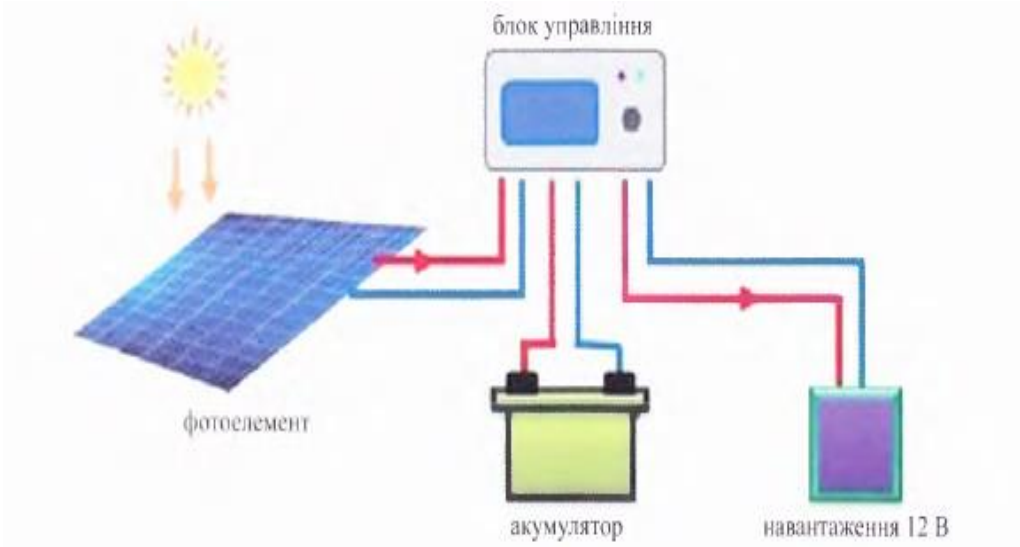

Рис. 1.37. Структурна схема геліоустановки: фотоелемент, акумулятор з навантаженням 12 В [100]

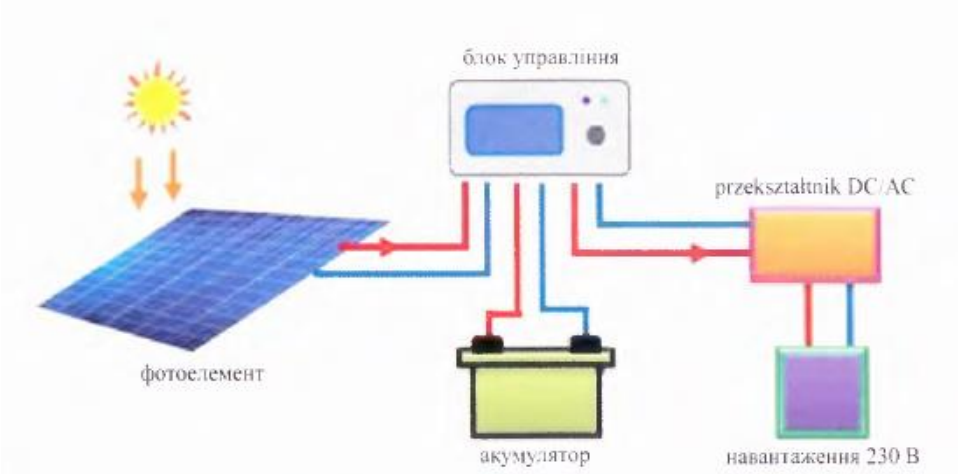

Рис. 1.38. Структурна схема геліоустановки: фотоелемент, акумулятор з навантаженням 230 В [100]

Тема 13. Вітроенергетика. Енергія морів і океанів.

План:

1. Характеристика вітру.
2. Потенціал вітрової енергії в світі та в Україні.
3. ВЕУ. Класифікація та принцип дії.
4. Загальні відомості.
5. Використання енергії хвиль.
6. Використання енергії припливів.

1. Характеристика вітру.

Енергія вітру є вічно поновлювальною й невичерпною, поки гріє Сонце. Вітер утворюється на Землі в результаті нерівномірного нагрівання її поверхні Сонцем. Розрізняють види вітрів: пасати, мусони, бризи.

Пасати утворюються в результаті нагрівання екваторіальної частини Землі. Нагріте повітря піднімається вверх, захоплюючи за собою повітряні маси з півночі і півдня. Обертання Землі відхиляє потоки повітря, в результаті чого утворюються рухомі цілорічні потоки повітря з постійною силою - північно-східний пасат у Північній півкулі і південно-східний пасат у Південній півкулі.

Пасати дують у приекваторній зоні, що знаходиться між 25° і 30° північної і південної широти відповідно. По-англійському пасати називаються trade winds, що буквально означає "торгівельні вітри" (тобто вітри, які допомагають торгівлі). Ця назва виникла в часи, коли міжнародна торгівля відбувалася в основному за допомогою парусних суден.

Мусони - це вітри, які дують в Індійському океані та пов'язані з сезонними змінами температури материка і океану. Літом сонячні промені сильніше нагрівають сушу і вітер дує з моря на сушу, зимою мусон дує з суші на море. Обертання Землі викликає відхилення мусонів вправо, в результаті чого влітку дують південно-західні мусони, а взимку - північно-східні.

Утворення місцевих вітрів на границі морів і великих островів, які отримали назву бризів, пояснюється так. Повітря над водною поверхнею впродовж світлої частини доби залишається порівняно холодним, оскільки енергія сонячного випромінювання витрачається на випаровування води та поглинається нею. Над сушею повітря нагрівається завдяки тому, що вона поглинає сонячну енергію менше, ніж поверхня води. Нагріте повітря розширюється і піднімається вгору, а його заміняє холодне повітря від поверхні води. Вночі суша охолоджується швидше, ніж вода, і температура над водою буде вища, ніж над сушею. Тому вітри міняють свій напрямок, і холодне повітря суші витісняє нагріте повітря водної поверхні.

В деяких країнах існують свої місцеві вітри. Так, на півдні Франції в березні-квітні холодний північний вітер - містраль - часто дує декілька днів підряд. У Північній Америці, на східних схилах Скалистих гір, дує теплий сухий вітер чинук. Він викликає значне підвищення температури і часто супроводжується швидким таненням снігів. Слово "чинук" мовою одного з місцевих племен означає "поглинач снігу".

Сила вітру - це одне з найдавніших використовуваних людством джерел енергії, яке, безперечно, є одним із найбільш економічних. Мореплавці використовували силу вітру для морських подорожей під вітрилами ще за 3500 років до нової ери. Прості вітряки були значно поширені в Китаї 2200 років тому. На Середньому Сході, в Персії близько у 200 р. до н. е. почали використовуватися вітряки з вертикальною віссю для перемелювання зерна. Перші персидські вітряки виготовлялися з в'язанок очерету, які прикріплялися до дерев'яної рами, що оберталася, коли дув вітер; стіна навколо вітряка спрямовувала потік вітру проти лопатей.

2. Потенціал вітрової енергії в світі та в Україні.

Україна має досить високий кліматичний потенціал вітрової енергії, який забезпечує продуктивну роботу не лише автономних вузлів живлення, але й по-тужних вітроелектростанцій. Вважається, що досяжна встановлена потужність вітро-електричних станцій (ВЕС) в складі централізованої енергосистеми України може складати до 16 000 МВт, а досяжне виробництво електричної енергії може становити 25-30 ТВттод/рік. Цю величину часто приймають як потенціал вітроенергетики. Необхідна площа під спорудження ВЕС становить 2500-3000 км2, що досить реально з урахуванням мілководної частини Азовського та Чорного морів. За іншими оцінками в Україні можна використати 7000 км^2 земель для будівництва ВЕС сумарною потужністю 35 000 МВт, що дозволить забезпечити біля 2,5 відсотків від загального річного електроспоживання в Україні.

Україна має територіальні можливості для будівництва рентабельних ВЕС як на суші, так і на морських акваторіях в межах територіальних вод.

3. ВЕУ. Класифікація та принцип дії.

Головні елементи вітроагрегата - ротор (лопаті), генератор, коробка передач, башта, система регулювання режимами роботи тощо.

Існують дві принципово різні конструкції вітроустановок: з горизонтальною та вертикальною віссю обертання.

Горизонтальні ВЕУ середньої потужності і мегаватного класу мають швидкохідне колесо у більшості випадків з 2-3 лопатями. Установки досягають максимальної потужності при значних обертах вітроколеса і тому використовуються для приводу електрогенератора, якому необхідна висока частота обертання.

ВЕУ зі значно більшою кількістю лопатів розвивають значну потужність при відносно слабкому вітрі, і максимум потужності досягається при невеликих обертах колеса. Такі установки раціонально використовувати як привод водяних насосів.

Основними елементами вітроенергетичної установки є вітроприймальний пристрій (лопаті), редуктор передачі крутильного моменту до електрогенератора, електрогенератор і башта. Вітроприймальний пристрій разом з редуктором передачі крутильного моменту утворює вітродвигун. Завдяки спеціальній конфігурації вітроприймального пристрою в повітряному потоці виникають несиметричні сили, що створюють крутильний момент.

Вітроенергетичні установки з вертикальною віссю обертання мають перевагу перед установками з горизонтальною віссю, яка полягає насамперед у тому, що зникає необхідність у пристроях для орієнтації на вітер, спрощується конструкція та знижуються гіроскопічні навантаження, які зумовлюють додаткову напругу в лопатях, системі передач та інших елементах установки, можливість встановлення редуктора з генераторами в основі башти.

До найбільш розповсюджених типів вертикально-осьових установок належить ротор Дар'є. В ньому обертальний момент утворюється підйомною силою, що виникає в лопатях, які мають аеродинамічний профіль. Ротор Дар є розкручуватися самостійно не може, тому для його запуску використовується генератор, який працює в режимі двигуна, або стартер, який має назву ротора Савоніуса. Ротор Савоніуса обертається силою опору, обертаючий момент виникає завдяки різному опору, що створюється повітряним потоком увігнутої і вигнутої лопатей ротора.

Для ВЕУ важливо збереження обертального руху пропелера навіть при міні-мальних значеннях швидкості вітру, та захист від виривання ротора з гондоли при надмірних значеннях. Тому ротор вітрового ротору проектується таким чином, щоб була можливість за допомогою зміни куту нахилу лопатей змінювати силу натиску повітря й обертаючий момент ротору.

4. Загальні відомості.

Запаси енергії у Світовому океані колосальні, адже дві третини земної поверхні (361 млн км) займають моря та океани: акваторія Тихого океану становить 180 млн.км^2, Атлантичного - 93 млн км^2 , Індійського - 75 млн км^2.

Такі величезні запаси енергії та різноманітність її форм - гарантія того, що в майбутньому людство не буде відчувати її браку.

Найбільш поширеним способом використання енергії морів та океанів на сьогодні є спорудження установок, що використовують енергію хвиль, і припливних електростанцій (ПЕС).

5. Використання енергії хвиль.

З точки зору енергетики морські хвилі являють собою концентровану форму вітрової енергії. Механічна енергія хвилі пропорційна довжині і квадрату висоти хвилі. Сумарна хвильова потужність Світового океану оцінюється на 2700 ГВт.

Значну увагу приділяють застосуванню енергії морських хвиль. Бакени та маяки, які використовують цю енергію, вже покрили прибережні води Японії.

Запропоновано багато різних способів використання електричної або інших видів енергії, що виробляється хвильовими енергоустановками. Серед них - електропостачання віддалених від енергосистеми прибережних, острівних і розташованих у відкритому морі установок, заряджання акумуляторів і газових балонів, отримання кисню й азоту, опріснення морської води шляхом електролізу, використання установок як хвилеломів для захисту берегів від руйнування тощо.

Разом із тим існують обставини, які стримують розвиток хвильових енергоустановок, до них належать: низький ступінь концентрації енергії, розосередження енергії на великій поверхні, непостійне хвилевідтворення в часі, низька швидкість руху хвиль при значних силах їхньої дії. Крім того, потужність хвильової електростанції неможливо регулювати в часі з врахуванням інтересів споживачів.

Таким чином, коли проектуються хвильові енергоустановки, слід насамперед вирішувати питання концентрації та акумулювання енергії, а також ефективного її перетворювання з максимальним використанням наявних технічних рішень.

Основними шляхами розвитку хвильових енергоустановок є підвищення концентрації енергії хвиль й енергоємності акумуляторів, їхньої надійності та ефективності перетворення енергії.

Найбільш розповсюдженими хвильовими установками, що широко досліджуються в різних країнах світу, є поплавкові установки. Робоче тіло таких установок - поплавок, що знаходиться на поверхні моря, - здійснює вертикальні коливання відповідно до змін рівня води при наявності хвиль. Вертикальне переміщення поплавка використовується або для попереміннного стискання газу чи рідини в певній ємності, або для переміщення осердя в електромагнітній обмотці, або для перетворення цих переміщень в обертальний рух вала електричного генератора, або в тиск робочої рідини з використанням поршневого насоса тощо.

Серед усіх проектів використання енергії хвиль, що знайшли практичне втілення, виділено чотири:

- "пірнаюча качка" Солтера;
- пліт Кокерела;
- випрямляч Расела;
- коливальна водяна колонка (резервуар).

Ефективність поплавкових установок зростає, якщо використовувати ексцентричні поплавки, які не тільки розгойдуються на хвилях, а й сприймають тиск набігаючої хвилі. Зміна кутового положення поплавка відносно валу, що проходить через нього, перетворюється з допомогою зубчатої передачі в обертальний рух вала генератора.

Пліт Кокерела складається з трьох шарнірно з'єднаних понтонів, які перебувають на плаву і відтворюють коливання хвиль. їхнє підняття й опускання приводить в дію гідравлічні тарани, які з'єднують понтони. Стискання і розтягування таранів передається робочій рідині, яка діє на гідравлічний генератор, що виробляє електричний струм. Трисекційний хвильовий пліт Кокерела має довжину 100 м, ширину 50 м і висоту 10 м, може дати потужність до 2 тис. кВт; вся конструкція утримується на місці якорями.

Випрямляч Расела регулює рух води таким чином, що вона надходить у турбіну тільки в одному напрямку.

Коливальна водяна колонка (резервуар) відрізняється від попередніх проектів. Вона перетворює енергію хвиль на потенціальну енергію стиснутого повітря, яке потім віддає енергію повітряній турбіні.

Ідея колонки належить японському морському офіцеру Масуді, який винайшов плаваючий хвилеріз. Він довів, що коли хвилеріз зробити у вигляді перевернутої камери з отворами у верхній частині, то висота хвиль усередині буде значно меншою, ніж ззовні, оскільки хвиля вирівнюватиметься під дією потоків повітря, що проходять крізь отвори. Інтенсивні повітряні потоки постійно надходять у середину камери і виходять з неї внаслідок піднімання та опускання колони.

У Данії, Норвегії та Швеції хвильові станції розташовані на плотах, з'єднаних із насосом, який починає працювати, коли хвилі діють на пліт. Тут використано великий насос, що міститься на дні моря. Поршень насоса з'єднується з плотом за допомогою еластичного дроту. Коли хвилі підіймають пліт, поршень піднімається, вода проходить крізь заповнений блок генератора турбіни, виробляючи електроенергію. Коли хвиля спадає, поршень опускається, витискаючи своєю вагою воду через клапани.

Цікавою для науковців є також установка, в якій коливання морської води перетворюються в енергію повітряного потоку і яка називається "грейферний ківш". "Грейферний ківш" — це споруда з шістьома повітряними подушками, що розташовані навколо полого круглого стовпа. При ударі хвиль по конструкції повітря видавлюється між шістьма подушками через полий стовп, який оснащений повітряними турбінами. Підраховано, що "грейферний ківш" може виробляти електроенергію за ціною близько 0,06 дол. США за 1 кВт-год.

У хвильових установках із пневматичними перетворювачами під дією хвиль повітряний потік періодично міняє свій напрям на обернений. Для цих умов і розроблена турбіна Уелса, ротор якої має випрямляючу дію, зберігаючи незмінний напрям свого обертання при зміні напряму повітряного потоку, і, як наслідок, підтримується незмінним напрям обертання генератора.

Хвильова енергетична установка "Камей" ("Морський світ") - найбільш потужна діюча енергетична установка з пневматичними перетворювачами - побудована в Японії в 1976 р. Вона використовує хвилювання висотою до 6-10 м. На баржі довжиною 80 м, шириною 12 м, висотою в носовій частині 7 м, в кормовій - 2,3 м, водотоннажністю 500 т встановлені 22 повітряні камери, відкриті знизу; кожна пара камер працює на одну турбіну Уелса. Загальна потужність установки - 1000 кВт, енергія передається на берег по підводному кабелю довжиною близько 3 км.

У Норвегії конструкція вітрової установки складається з конусовидного каналу в ущелині довжиною близько 170 м з бетонними стінками висотою 15 м і шириною в основі 55 м, що входить у резервуар між островами і відділений від моря дамбами, і греблі з енергетичною установкою. Хвилі, проходячи по звужувальному каналу, збільшують свою висоту з 1,1 до 15 м і вливаються в резервуар площею 5500 м , рівень якого на 3 м вище рівня моря. З резервуара вода проходить через низьконапірні гідротурбіни потужністю 350 кВт. Станція щорічно виробляє до 2 млн кВт-год електроенергії.

Аналогічною хвильовою електростанцією є та, що реалізована на о.Маврикій в Індійському океані, яка подібна до однобасейнової припливної електростанції. Коло берега дамбами відгороджується басейн із пологою греблею-хвилерізом, рівень басейну на 2-3 м вище, ніж океану. Океанські хвилі закидаються через греблю в басейн, а низьконапірні агрегати перетворюють цей напір в електричну енергію.

6. Використання енергії припливів.

Рівень води на морських узбережжях протягом доби міняється чотири рази, такі коливання особливо проявляються в затоках і гирлах річок, що впадають у море. Древні греки пояснили коливання рівня води волею володаря морів Посейдона. В XVIII ст. англійський фізик Ісаак Ньютон розкрив таємницю морських припливів і відпливів: великі маси води у Світовому океані приводяться в рух силами притягання Місяця і Сонця з періодом 6 год 12 хв.

Якщо Місяць, Сонце і Земля знаходяться на одній прямій (так звана сизигія), Сонце своїм притяганням підсилює вплив Місяця, і тоді наступає сильний приплив (сизігійний приплив, або велика вода). Коли ж Сонце стоїть під прямим кутом до відрізка Земля- Місяць (квадратура), наступає слабкий приплив (квадратурний, або мала вода). Сильний і слабкий припливи повторюються через сім діб. Однак суть припливів і відпливів значно складніша, вона залежить від руху небесних тіл, глибини води, морських течій, вітру, характеру берегової лінії.

Найбільш високі припливи виникають у мілких і вузьких затоках, гирлах річок, що впадають у моря та океани. Припливна хвиля Атлантичного океану розповсюджується на 900 км вверх по Амазонці, в річці Ганг припливна хвиля Індійського океану відчувається на відстані 250 км від гирла річки. В таких закритих морях, як Середземне та Чорне, виникають припливи, але висотою близько 50-70 см. Загальна кількість припливної енергії у Світовому океані оцінюється на 3,9-1014 кДж.

Велике значення має й конфігурація океанських акваторій та берегів, які часто створюють унікальні умови для припливів. Наприклад, різниця в рівнях припливів на Таїті становить 25 м.

Перетворення енергії припливу на механічну енергію застосовувалося ще на початку XI ст. в припливних млинах, які будували в гирлах річок, що впадали в океан. Для цього перегороджували дамбами річки і створювали резервуари, в яких встановлювалися засувні ворота чи шлюзи. Коли починався приплив, шлюзи відчинялися всередину, й вода заповнювала резервуар. Знижуючи свій рівень при відпливі, вода сама зачиняла шлюзи. Якщо було необхідно, вода подавалася крізь вузькі ворота зливу на лопаті водяних коліс.

У перших припливних млинах використовувалася тільки потенціальна енергія води, зібраної в резервуар. Пізніше, коли були винайдені ефективні насоси, з'явилася можливість використання й другого виду енергії припливів - кінетичної, тобто енергії води, яка рухається.

В затоки і гирла річок вода затікає при припливі і витікає при відпливі. Якщо перегородити створ затоки або гирла річки греблею, за нею утворюється басейн, рівень води в якому нижчий, а при відпливі вищий, ніж у морі. Ця різниця рівнів використовується турбінами припливних електростанцій (ПЕС); при вирівнюванні рівнів - ПЕС припиняє роботу.

Недоліком найпростіших ПЕС з одним басейном є добова нерівномірність виробництва електроенергії, тобто двічі на добу протягом 3-4 год виробляється електроенергія, а між цими періодами станція не працює, при цьому робочі періоди зміщуються в часі в результаті неспівпадання сонячної і місячної діб.

Припливні електростанції мають великий водозбірний басейн чи резервуар, з'єднаний із морем руслом річки чи спеціальним каналом, у якому встановлюють реверсивні турбіни, що примушують обертатися електрогенератор. Така електростанція перетворює енергію припливів послідовно на механічну, а потім на електричну як під час припливу, так і під час відпливу.

Перша у світі та найбільша на сьогодні ПЕС розташована у Франції на березі Ла-Маншу в гирлі річки Ране . Приплив у цьому місці переміщує 189 тис. м3 води за 1 с. Різниця рівнів становить 13 м, а швидкість течії між містами Брестом і Сен- Мало часто досягає 90 км/год. У середині дамби дуже великого накопичувального резервуара містяться 24 турбоальтернатори- турбогенератори зі зворотними лопатями ротора турбіни. Кожен із них може функціонувати і як турбіна, і як насос, який працює і в бік моря, і в зворотному напрямку. В дамбу вмонтовані навігаційні замки і спускні шлюзи. В цілому потужність станції становить 240 МВт, і за рік станція виробляє в середньому 502 млн кВт-год електроенергії.

На черзі спорудження ПЕС у затоці Фанді в Канаді з рекордним 18-метровим припливом, у гирлі річки Северен в Англії із 14,5- метровим припливом та в інших регіонах із великими припливами води.

До недоліків ПЕС слід віднести труднощі, пов'язані із захистом дамб та устаткування від ударів льодяних торсів, особливо у північних районах. Поблизу дамб морська флора й фауна дуже потерпають внаслідок (хоча й незначного) підвищення температури та зменшення вмісту кисню у воді. Крім того, дамби перешкоджають міграції риб.

Основною позитивною рисою енергії припливів є те, що вона легко обліковується завдяки постійності її фаз. Однак велика тривалість останніх і малий потенціал енергії припливів зумовлюють необхідність створення ємних акумуляторів цієї енергії. Використання енергії припливів у малопотужних установках взагалі неекономічне.

Тема 14. Геотермальна енергія. Біоенергетика.

План:

1. Джерела геотермальної енергії.
2. Геотермальні ресурси України.
3. Використання геотермальної енергії.
4. Поняття біомаси.
5. Спалювання біомаси.
6. Газифікація біомаси.

1. Джерела геотермальної енергії.

Тепло в земних надрах є частково первинним теплом, що виникло в процесі формування нашої планети, і частково - теплом, що походить з розпаду радіоактивних елементів, таких як уран, торій та калій. З наближенням до центру Землі температура збільшується (близько 25°С/км), в ядрі Землі вона становить понад 6000°С.

Під земною корою знаходиться шар розтоплених і гарячих порід, що називають магмою. Час від часу гаряча магма піднімається на поверхню у вигляді лави (рис. 1). Магма, температура якої сягає до 1400°С, обігріває оточуючі по-роди воду, що в них міститься. Кількість тепла, накопичена в земних надрах, дуже велика і складає близько 35 ТВт на 10 км, що в 50 000 разів перевищує кількість тепла, накопичену у всіх родо-вищах природного газу у світі.

Дощова вода проникає вглиб Землі, де обігрівається її теплом. У деяких місцевостях джерела з теплою, гарячою водою і паром знаходяться настільки близько до поверхні Землі (до 3 км), що можуть видобуватися за допомогою бу-ріння. Частина теплої води через розколи (структури, що виникають у результаті руху порід) і щілини потрапляє на поверхню Землі у вигляді джерел або гейзерів. Але більшість води знаходиться глибоко під землею в щілинах і порах твердих порід. Такі природні накопичення води і водяної пари називаються геотермальними резервуарами або родовищами (рис. 2-3). Найвищі температури спостерігаються в тих зонах, де відбуваються або відбувались у недалекому геологічному минулому вулканічні явища. Такі області називаються „гарячими точками", товщина земної кори в цих місцях найменша. Вони утворюють „вогняне

коло", яке тягнеться вздовж вулканічних островів у Тихому океані і західного узбережжя Північної й Південної Америки.

Джерела геотермальної енергії поділяються за фізичним станом носія тепла, а також за значенням температури на наступні групи:

- ґрунти і породи до глибини 2500 м, з яких тепло для опалення з використанням теплових насосів одержується за допомогою спеціальних теплових зондів;
- ґрунтові води, що безпосередньо застосовуються як джерело тепла для теплових насосів;

ґрунти і породи до глибини 2500 м, з яких тепло для опалення з використанням теплових насосів одержується за допомогою спеціальних теплових зондів;

- водяна пара, отримувана за допомогою свердловин, які подають воду, що знаходить застосування в геотермальних електростанціях для виробництва електроенергії;
- соляні поклади, енергія з яких проводиться за допомогою розсолу або інертних по відношенню до солі рідин, головним чином, вуглеводів, на-приклад ізобутану;
- гарячі породи, з яких енергія отримується за допомогою води, що під високим тиском циркулює через систему штучних або природних тріщин у комплексах порід на значній глибині. Ця енергія використовується в геотермальних електростанціях для отримання електроенергії, а також для опалення.

Крім вищезазначених джерел, існують ще штучні геологічні родовища тепла, які виникають у сухих, гарячих породах {hot dry rock). Вони виникають у результаті утворення тріщин під час вибуху вибухових речовин значної потужності.

Гейзери як джерела геотермальної енергії

Одним з джерел геотермальної енергії, що знаходиться глибоко в Землі, є гейзери, тобто вибухаюча водяна пара високої температури, яку можна використовувати для виробництва енергії. Гейзери є вражаючим явищем, яке зустрічається лише в декількох регіонах світу. їх батьківщиною є Ісландія, звідки й по-ходить назва гейзер (з ісландської мови „4geysa" означає „виливатися", хлистати"). Крім Ісландії, ці гарячі „фонтани" спостерігаються також у наступних місцевостях: околиці Роторуа в Новій Зеландії, Єлоустоунський національний парк у США, вулканічна Камчатка в Росії. Зустрічаються вони також в Японії, Індонезії, Центральній і Південній Америці. Найвищим регіоном вибухаючих джерел, є плоскогір'я Ель-Татіо в Чилі, яке знаходиться на висоті 4300 м над рівнем моря. Виверження гейзерів часто супроводжуються небезпечними випаровуваннями отруйних газів, що містять вуглекислий газ, діоксид сірки, соляну кислоту та сірководень.

Гарячі сухі породи - джерело геотермальної енергії

У цьому випадку використовується енергія, накопичена в породах на великій глибині. На початку сімдесятих років у США виникла концепція використання цієї енергії. Вона базувалась на штучно вироблених щілинах, утворених у результаті вибуху вибухових речовин з великою потужністю на глибині декількох тисяч метрів. У систему цих щілин, утворену в породі внаслідок вибуху, через ввідний отвір під високим тиском постачається вода, яка в результаті циркуляції набуває енергії гарячих порід і після досягнення відповідної температури виводиться через свердловину, що подає воду. Виведена на поверхню Землі гаряча вода (за такого тиску, щоб не відбулося її випаровування) служить для утворення водяної пари у вторинному обігу, де тиск буде меншим, або де циркулюючою рідиною є низькокипляча рідина.

Вищевказаний спосіб отримання електроенергії з гарячих порід називається Технологією Hot Dry Rock (HDR). Ця технологія є економічною і не шкодить навколишньому середовищу, вона використовує практично невичерпні запаси енергії, доступні в будь-який час, в кожному місці на Землі.

Найістотнішою характеристикою геотермального джерела є його температура Тр, кількість розчинних солей, вміст розчинених газів, а також тиск на дні геотермального колодязя Рг. Ці фізичні параметри оцінюють порівняльний індекс енергетичної цінності геотермального джерела. Для порівняння потенціальних термодинамічних можливостей вживається поняття ексергії георідини на поверхні колодязя. Ексергія - це «якість енергії», це частина енергії, яка може бути використана. Невикористана частина енергії (втрати) має назву анергія.

2. Геотермальні ресурси України.

Україна має у своєму розпорядженні значні ресурси геотермальної енергії. Дані показники технічного і доцільно економічного потенціалу оцінювалися з врахуванням технічної бази, економічної ситуації і завдань „Програми розвитку НВДЕ в Україні до 2010 року" у розділі „Геотермальна енергетика". За різними оцінками, ресурси геотермальної теплоти з врахуванням розвіданих запасів і ККД перетворення геотермальної енергії зможуть забезпечити роботу ГеоТЕС загальною потужністю до 200-250 млн. кВт (при глибинах буріння свердловин до 7 км. і термінах роботи станцій до 50 років), а також систем геотермального теплопостачання загальною потужністю до 1,2-1,5 млрд. кВт (при глибинах буріння бурових свердловин до 4 км. при тому ж періоді експлуатації). Це еквівалентно запасам 3,4-1011 тонн умовного палива.

Освоєння тільки розвіданих ресурсів термальних вод і парогідротерм дозволить покрити більш ніж 10% потреб України у тепловій та електричній енергії, значно зменшити використання органічного палива. До того ж ці цифри можуть бути збільшені, тому що досліджено тільки 45% території України і то це були не цілеспрямовані спеціалізовані дослідження, а випадкові дані, отримані геологами при розвідці інших корисних копалин.

В Україні було закладено понад 12 тисяч свердловин для визначення теплового поля, більшість із яких детально вивчено та проаналізовано В. Гордієнком. За цими даними складено атлас геотермальної енергії за різними глибинами .

Найперспективнішим для видобутку високопотенційних енергоресурсів є Карпатський геотермічний район, який характеризується високим геотермічним градієнтом і відповідно високими температурами гірських порід порівняно з іншими регіонами України. Температура порід в свердловинах, пробурених в Карпатах, на глибині 4 км сягає +210°С, на глибинах до 6 км температура гірських порід в районі досягає +230-275°С, а найбільш доступними вважаються геотермальні бурові свердловини завглибшки від 550 м до 1,5 км, де температура води в їх гирлі 40-60°С. Крім того, необхідно відзначити економічну доцільність використання термальних вод таких родовищ як Береговське, Косинське, Залуське, Тереблянське, Велятинське, Великопаладське, Великобактянське і Ужгородське.

Перспективним районом для розвитку геотермальної енергетики є Крим. Глибини пробурених свердловин тут невеликі: до 2000 м; температура термальних вод на гирлі 50-70°С, їх мінералізація - 20-70 г/л, температура ж гірських порід на глибинах 3,5—4 км. може досягати 160-180°С. На сучасному етапі низькопотенційні геотермальні енергоресурси Криму використовуються для теплопостачання.

Третім перспективним районом для розвитку геотермальної енергетики є Дніпрово-Донецька западина, що включає в себе області: Чернігівську, Полтавську, Харківську, Луганську та інші. Цей регіон одночасно є великим і потужним споживачем теплової та електричної енергії.

3. Використання геотермальної енергії.

Безпосереднє застосування геотермальної енергії охоплює широкий діапазон, наприклад обігрівання/охолодження приміщень, промисловість, садівництво, рибне господарство. В цілому вони пов’язані з використанням існуючих технологій і простої інженерії. У всьому світі цей вид добування енергії характеризується значною надійністю і має величезні технологічні, економічні і екологічні переваги. Серед способів використання домінує опалення (37 %), проте популярними є такі сфери використання як: місця для купання/басейни/бальнеологія (22 %), теплові насоси для охолодження і обігріву (14 %), теплиці (12 %), рибні господарства (7 %), промисловість (7 %).

Безпосередні застосування базуються як на високо-, так і низькотемпературних запасах, тому їх діапазон використання в світі є набагато ширшим, ніж у випадку виробництва електроенергії. У свою чергу, такі застосування більше пов’язані з вимогами локального ринку енергії, оскільки надзвичайно рідко приймається рішення про транспортування пари або води до місць, значно віддалених від джерела експлуатації геотермальної енергії чи геотермальних установ. Найдовший трубопровід з гарячою геотермальною водою протяжністю 63 км знаходиться в Ісландії. Вартість виробництва 1 кВт*год для безпосереднього застосування є дуже диференційованою, однак найчастіше становить менше 0,02 євро.

Геотермальна енергія використовується в багатьох сферах економіки. Вода і геотермальна пара видобувається через свердловини (свердловини, що подають воду). Після відбору тепла вода через поглинаючий отвір повертається до родовища (двоотвірна система) або транспортується до поверхневих водотоків (одноотвірна система). Найглибші геотермальні отвори сягають 5 км, а найвищі виміряні температури в цих отворах сягають 400 °С, у той же час у вулканічних областях - доходить до 700°С. Геотермальна вода може бути використана як єдине джерело тепла або в поєднанні з іншими джерелами енергії (котел, теплоелектростанція, двигун внутрішнього згоряння, тепловий насос тощо).

У системі показників енергосектора України геотермальній енергетиці належить 0,02% від загальної потужності. Такому ж значенню (0,02 %) дорівнює й економія викопного палива. Виходячи з цього, промислового освоєння геотермальних ресурсів в Україні ще не відбулося, тож це і є завданням наступного етапу діяльності у цій сфері.

Реалізовані в Україні проекти геотермального енергопостачання носять пере-важно фрагментарно-локальний характер і спрямовані на забезпечення потреб у тепло- й електроенергії окремих об’єктів або невеликої їх сукупності в межах певних населених пунктів. Зокрема, до таких належать системи геотермального теплопостачання Берегівського спорткомплексу та санаторію „Косино” (Берегів-ський р-н Закарпатської обл.), оздоровчого комплексу „Латориця” (Мукачівський р-н Закарпатської обл.), система геотермального енергозабезпечення об’єктів бю-джетної сфери селища Чангар (Херсонська обл.) та дитячих і соціально-побутових закладів селища Медведівка (Джанкойський р-н, АР Крим), системи геотер-мального теплопостачання об’єктів комунального господарства в селищах Зернове (Сакський р-н, АР Крим), П’ятихатки (Красногвардійський р-н, АР Крим), Низинне (Сакський р-н, АР Крим). їх потужність становить від 0,2 до 2,1 МВт. Здана в експлуатацію в 1991 році більш потужна установка (4,6 МВт) розрахована на забезпечення теплопостачання цілого населеного пункту (система геотермального теплопостачання селища Янтарне в Красногвардійському р-ні, АР Крим).

4. Поняття біомаси.

У біоенергетиці як одне з можливих джерел поновлювальної енергії може використовуватися біомаса. Під цим терміном у цій галузі розуміють всі види рослин, рослинні відходи сільського господарства, деревообробної та інших видів промисловості, що мають енергетичну цінність і можуть бути використані як паливо. У більш широкому розумінні до біомаси відносять також побутові відходи не завжди рослинного походження, що зумовлено однаковим принципом їх утилізації.

Найчастіше біомасою є солома, відходи перероблення зерна під час обмолочення, відходи деревини (тріска, кора, стружки), опале листя, гілки дерев тощо.

Біомаса, як уже зазначалося, є одним із найдавніших джерел енергії, однак її використання до недавнього часу зводилося до прямого спалювання у відкритому вогнищі або в печах і топках з відносно низьким ККД.

Останнім часом ефективному енергетичному використанню біомаси стали приділяти значно більше уваги, при цьому з'явилися й нові аргументи:

- використання рослинної біомаси за умови її безперервного поновлення (наприклад нові лісові насадження після вирубки лісу) не призводить до збільшення концентрації CO_2 в атмосфері;
- у промислово розвинених країнах в останні роки з'явилися залишки оброблюваної землі, яку доцільно використовувати під енергетичні плантації;
- енергетичне використання відходів (сільськогосподарських, промислових, побутових) вирішує екологічні проблеми;
- новітні технології дозволяють використовувати біомасу значно ефективніше.

Про екологічну чистоту біомаси свідчить те, що в період росту рослини поглинають сонячну енергію, воду, вуглекислий газ, виділяють кисень та утворюють вуглець у процесі фотосинтезу. Під час спалювання процес йде у зворотному напрямку: кисень поглинається, а тепло, вода та вуглекислий газ виділяються. В цьому процесі кількість поглинутого та виділеного вуглекислого газу абсолютно однакова. Використовувати рослини як паливо можна, коли вони досягнуть певних розмірів: для трави потрібно менше року, для дерева - 10-15 років.

Щодо нафти, вугілля та газу спостерігається та ж закономірність для С02? але час, необхідний для поновлення балансу $C0_2$, сягає кількох мільйонів років.

Серйозною проблемою є енергетичне використання твердих побутових відходів. Вихід відходів становить 250-700 кг на одного мешканця в рік і збільшується щорічно на 4-6 %, випереджуючи приріст населення. Сміттєспалювальні установки (інсинератори) в багатьох країнах світу є малоефективними та не відповідають вимогам екології. Тому розроблення нових схем використання твердих побутових відходів є дуже актуальним питанням.

Особливо гостро проблема ефективного використання біомаси стоїть для країн, що розвиваються, насамперед для тих, у яких біомаса є єдиним доступним джерелом енергії. Тут іде мова про раціональне використання деревини та різних сільськогосподарських і побутових відходів. Усім відомо, що сьогодні населення деяких країн, у першу чергу африканських, вирубує ліси для приготування їжі. Цей процес завдає значної шкоди як місцевому, так і глобальному клімату. Просте вогнище для приготування їжі має ККД 14-15 %. Використання більш досконалих пристроїв дасть змогу підвищити ККД до 35-50 %, скоротити потребу в паливі більше ніж утричі.

Використання біомаси для отримання енергії є більш екологічно безпечним, ніж, наприклад, вугілля - під час спалювання біомаси виділяється менше 0,2 % сірки і від 3 до 5 % золи в порівнянні з 2— З % і 10-15 % відповідно для вугілля, до того ж біомаса практично нейтральна відносно діоксиду водню. Крім того, зола біомаси може повернутися в ґрунт, що забезпечує замкненість кругообігу біогенних елементів.

Недоліком біомаси як палива є відносно великий, порівняно з іншими видами палива, вміст вологи. Біомаса вважається сухою, якщо знаходиться в довготривалій рівновазі з середовищем, зазвичай суха біомаса містить від 10 до 15 % вологи.

Позитивним щодо біомаси є мала кількість утвореної після її спалювання золи та її якість. У ряді випадків така зола може бути використана як добриво, тоді як при спалюванні вугілля проблема золовиділення та утилізації такої золи є доволі серйозною.

Побутові відходи (сміття) міст складаються з продуктів життєдіяльності людини. В містах із розвиненою промисловістю та торговельною інфраструктурою відходи доповнюються за рахунок їх діяльності. У спрощеному вигляді відходи на 1 людину за добу для таких міст становлять:

- побутові відходи —1,1 кг;
- торгівельні - 0,6 кг;
- промислові —1,4 кг;
- різні речі - 0,1 кг; разом - 3,2 кг.

У місті з кількістю мешканців 20 тис. осіб за добу збирається 64 т відходів. У середньому густина відходів коливається в межах 120- 300 кг/м , їхня теплота згорання - 10350 кДж/кг, вологість - 28,6 %, зольність - 20,8. Місто за рік може зекономити за рахунок використання побутових відходів 8250 т у. п.

У теперішній час у світі для енергетичних цілей використовується до 1 млрд т у. п. рослинної маси, що еквівалентно 25 % світового добування нафти. Потенціальні ж ресурси рослинної маси для енергетичного використання досягають 100 млрд ту. п. У країнах екваторіального поясу біомаса залишається основним джерелом енергії, її частка в енергобалансі країн, що розвиваються, становить 35 %; у світовому споживанні енергоресурсів - 12 %.

Найбільш ефективними технологіями використання біомаси є термохімічні: пряме спалювання, газифікація, піроліз, метанове зброджения.

5. Спалювання біомаси.

Більшість видів сухого біопалива може бути спалена для вироблення теплоти, однак характеристики різних видів біопалива значно відрізняються від умовного палива. Взагалі, вони мають низьку енергетичну здатність, різний хімічний склад, різні фізичні характеристики і можуть містити значну кількість неспаленого матеріалу. Для спалювання таких типів палива необхідне використання спеціалізованих котлів або модифікація наявного обладнання. Для природних газових котлів треба змінити конструкцію топки з установкою колосникової решітки або створити спеціальну передтопку. Крім того, перехід на спалювання відходів біомаси пов'язаний із реконструкцією системи очищення димових газів від зольних частинок навіть на котлах, які

використовують як паливо вугілля, оскільки за своїми характеристиками зола органічних палив і зола від спалювання вугілля суттєво різняться. Витрати на установку системи очищення можуть становити до 20-30 % від сумарних витрат на установку котельного агрегата, що значно знижує ефективність використання біомаси як палива.

Як альтернативне рішення паливо може бути оброблене для вироблення більш гомогенної суміші, яка більш схожа на умовне паливо. Вибір методу відбувається на економічній основі: додаткові витрати на підготовку палива відносно витрат на обладнання для спалювання.

Енергетичний вміст 1 кг достатньо сухих дров становить приблизно 5,2 кВт-год. При вологості 20 % енергетичний вміст дров становить не більше ніж 4,5 кВт-год/кг, тобто 2 кг дров можуть замінити 1 л рідкого палива за умови однакової ефективності їх використання.

Дерево і солома - це види палива, що в процесі горіння виділяють гази, в яких міститься приблизно 80 % теплоти і які мають різні температури згорання. Існує проблема повного спалювання цих газів, оскільки в багатьох випадках згорає лише їх частина, а залишкова частина виділяється у вигляді диму.

Повне згорання газів відбувається за трьох умов:

1. *Висока температура*
2. *Ефективне змішування газів із повітрям*
3. *Простір та час*

Побутові відходи поділяються на горючі та органічні. Органічні відходи не спалюються безпосередньо, а збираються для установок з виробництва біогазу з подальшим його використанням як палива.

В Данії у 1997 р., де утилізація біомаси значно поширена, ухвалено постанову про заборону накопичення на звалищах горючих відходів. Такі відходи підлягають спалюванню для виробництва теплоти та електроенергії.

Існуючі енергетичні та водогрійні котли не придатні в цілому для спалювання нетрадиційних видів палива, оскільки мають цілком визначені розміри теплосприймальних поверхонь і спеціальний спалювальний пристрій (пальник), розрахований на певний вид палива.

Важливо зазначити, що соломоспалювальна котельня на початкових стадіях впровадження (при відсутності досвіду проведення монтажу, налагодження системи постачання палива) потребує більших інвестицій, ніж звичайна газова котельня. Початкові інвестиції для котелень становили 80-100 тис. дол. СІЛА на 1 МВт встановленої потужності.

Для комбінованого виробництва теплоти та електроенергії в країнах ЄС (зокрема в Данії) розроблені та успішно впроваджуються теплові електростанції з комбінованим спалюванням соломи та вугілля. Фактично солома є твердим паливом, і тому її практично легко сумістити з твердим паливом. Спалювання суміші соломи та вугілля відбувається в попередній камері згорання.

Щодо впливу на довкілля використання біомаси рослинного походження, то за викидами СО2 баланс підтримується. Під час використання твердого палива промислових та побутових відходів виникає потреба газоочищення та золовилучення, а також утилізації, яка може бути вирішена за допомогою сучасних надійних очисних технологій.

Удосконалення установок спалювання біомаси з точки зору впливу на довкілля планується за такими напрямками:

- удосконалення технології спалювання біомаси; переробка біомаси на рідке чи газоподібне паливо; - удосконалення процесу транспортування та оброблення біомаси.

Одним із способів інтенсифікації спалювання біомаси є її спалювання в киплячому шарі. В результаті використання температури спалювання 800-1000 °С значно зменшується забрудненість атмосфери сполуками сірки, оскільки більша її частина залишається в шарі і видаляється разом із золою. За допомогою додавання в киплячий шар вапна або доломіту збільшується рівень уловлювання сірки. З відносно низькою температурою відхідні з киплячого шару гази практично не містять оксиди азоту.

6. Газифікація біомаси.

Принцип газифікації відомий здавна і застосовувався на вугільних підприємствах, де як паливо використовували вугілля. За часів Другої світової війни як паливо використовували деревину.

Відновлення зацікавленості до газифікації біомаси, насамперед соломи та деревинної тирси, відбулося у зв'язку з бажанням утилізувати відходи сільського та лісного господарства та з підвищенням екологічної свідомості під час використання енергії (це стосується викидів С02 в атмосферу взагалі).

Процес газифікації частіше називають термічною газифікацією, тому що біомаса нагрівається в камері з контрольованим подаванням окиснювача. Як окиснювач можуть використовуватися повітря, кисень, пара або суміш цих речовин. Регулювати подавання окиснювача треба обов'язково, інакше може статися повне згорання біомаси без вироблення газу.

При повітряній газифікації отримується генераторний газ із теплотою згоряння близько 4-6 МДж/м , газифікація з використанням кисню дає газ більш високої якості - з теплотою згоряння 10- 18 МДж/м повітря.

Під час нагрівання біомаси вивільнюються леткі гази, які є основою соломи та деревини. Найбільш енергоємними з них є оксид вуглецю, водень та метан, однак порівняно з природним газом вони дають менше теплоти.

Вміст газу, який одержують внаслідок газифікації деревини при повітряному окиснювачі: азоту - 50-54 %, оксиду вуглецю - 20-22 %, водню - 12-15 %, двооксиду вуглецю - 9-12 %, метану - 2-3 %.

Хімічні процеси, внаслідок яких паливо перетворюється на газ: висушування, піроліз, спалювання (окиснення), відновлення.

Газифікація біомаси може відбуватися за двома основними схемами: протипотоковий і паралельний процеси. При реалізації протипотокового процесу рух палива і газів у газифікаторі протилежний, при цьому гарячі гази охолоджуються й одночасно сушать сировину. Перевагою цього процесу є високий ступінь використання теплоти. Цей спосіб призначений для газифікації дуже вологого матеріалу (до 50 % вологи), а також біомаси з низькою температурою плавлення золи (наприклад солома). При реалізації цього процесу всі леткі речовини, які виділяються під час нагрівання палива, включаючи смоли, виходять із газифікатора без попереднього розкладання.

Вихід смол у даному разі може досягати 10-100 г/м . В паралельному процесі паливо і газ-окиснювач рухаються в одному напрямку, при цьому продукти газифікації проходять через високотемпературну зону, що зумовлює розкладання смол. Вміст смол у газі в цьому процесі становить 50-500 мг/м . У зв'язку з тим, що при паралельному русі окиснювача і матеріалу не відбувається попереднє висушування біомаси, вологість її не повинна перевищувати ЗО %. На рисунку 4 подано схему протипотокового (з висхідним рухом газу) газифікатора із зонами реакцій, рівнями температур, основними хімічними реакціями та потоками.

У зоні згорання (окиснення) вуглець, який міститься в паливі, спалюється з атмосферним киснем. Під час реакції виділяється теплота, температура зростає доти, доки не встановиться динамічна рівновага між виділенням та втратою теплоти:

Після зони згорання гарячий газ проходить крізь зону відновлення. Тут немає вільного кисню, і це призводить до реакції двооксиду вуглецю - незаймистого газу - з вуглецем у паливі з утворенням оксиду вуглецю - легкозаймистого газу. Ця ендотермічна реакція (з поглинанням теплоти) не починається, доки температура не перевищить 900° С. Оксид вуглецю - дуже важлива легкозаймиста сполука в газі.

Друга важлива ендотермічна реакція в зоні відновлення - це сполучення водяної пари та вуглецю з відтворенням оксиду вуглецю та водню, її частіше називають "водо-газовою реакцією" (використовувалася на старих вугільних газифікаційних станціях). Обидва гази легкозаймисті, тому теплова цінність газу зростає.

Технологічний процес термічної обробки біомаси складається з двох стадій. На першій стадії біомаса газифікується в режимі горіння з повітрям і парою. Горючий продукт газифікації (газ), якій вміщує Н2, СО та іноді вуглеводні або інші органічні сполуки, спалюється на другій стадії у звичайних енергетичних установках (наприклад, у парових або водогрійних котлах) з виробленням теплової та електричної енергії.

Також ефективним є використання газотурбінних електростанцій з установками газифікації біомаси, які мають ККД 40-45 %. Малий вміст сірки полегшує очищення генераторного газу і робить ці установки більш економічними, ніж електростанції, що працюють на вугіллі.

Газифікатор повинен розташовуватися в безпосередній близькості від генераторів, щоб генераторний газ надходив на горіння, не встигаючи охолодитись. В противному разі виникають проблеми, пов'язані з конденсацією смол, що мають місце в газі, та із забрудненням системи трубопроводів. Установка системи очищення генераторного газу від смол значно підвищує капітальні витрати і знижує термічний ККД процесу.

Тема 15. Гідроенергетика. Гідроелектростанції. Акумулювання енергії.

План:

1. Гідроенергетика України та її роль в енергетичному балансі держави.
2. Стан та потенціал малої гідроенергетики України.
3. Класифікація ГЕС. Будова ГЕС. Конструкція турбін.
4. Акумулятори на основі поновлювальних джерел енергії.
5. Теплові акумулятори
6. Акумулювання енергії на основі водню.

1. Гідроенергетика України та її роль в енергетичному балансі держави.

Основну роль у перетворенні енергії континентальної води у електроенергію на гідроелектростанціях відіграє потенціальна енергія. У гідротурбінах потенціальна енергія перетворюється на кінетичну, а потім в електрогенераторах (гідрогенераторах) - на електроенергію. Умовою отримання великої потужності є концентрація в обмеженому просторі значної різниці рівнів води, а також сильної водної течії.

У зв'язку з нестачею природної різниці рівнів води створюються штучні зміни рівня за допомогою:

- підняття верхнього рівня води;
- пониження нижнього рівня або побудова підземної електростанції; побудова скорочувального каналу, завдяки чому зменшуються втрати течи.

На практиці у більшості випадків комбінують одночасно кілька з цих способів. Зараз гідроенергія не відіграє вирішальної ролі в подальшому збільшенні обсягів виробництва електроенергії з наступних причин: запаси води, придатної до використання в енергетичних цілях, є обмеженими; доступ до неї є ускладненим (значні відстані від населених пунктів до джерел водних ресурсів); значними є витрати на спорудження гідроелектростанцій і тривалий період окупності інвестицій. Незважаючи на це, сьогодні спостерігається розвиток будівництва гідроелектростанцій, особливо в місцевостях із великими запасами води та сприятливими гідрологічними умовами.

Найбільші станції встановлені на великих річках і мають потужність 500-700 МВт. Найпотужніші гідроелектростанції в світі: ГЕС «Три ущелини» (Китай) - 18 200 МВт, Ітайпу (Бразилія/Парагвай) - 12600 МВт (18 х 700 МВт), Гранд-Кули (США) - 9711 МВт, Саяно-Шушенська (Росія) - 6096 МВт.

Останніми роками спостерігається значний прогрес у будівництві насосних електростанцій. Потужність найбільших насосотурбін перевищує 250 МВт.

Сучасна українська гідроенергетика представлена гідроелектростанціями великої потужності. Це 6 гідроелектростанцій Державної акціонерної генеруючої компанії «Дніпрогідроенерго» (каскад Київських ГЕС і ГАЕС, Канівська, Кременчуцька, Дніпродзержинська, Дніпровська, та Каховська ГЕС), а також Дністровська ГЕС у складі Державної акціонерної енергогенеруючої компанії «Дністрогідроенерго». Сумарна встановлена потужність гідро-агрегатів на ГЕС цих двох компаній - 4700 МВт.

Нині основою гідроенергетики України є каскад Дніпровських ГЕС, об'єднаних у ході реструктуризації енергетичної галузі в державну акціонерну гідро-енергетичну компанію «Дніпрогідроенерго». Унікальність підприємства в тому, що каскад ГЕС, розташований по Дніпру майже на тисячу кілометрів, має потужність 3,94 тис. МВт із річним виробітком біля десяти мільярдів кіловат-годин електричної енергії, що в енергетичному балансі України складає біля 6 % (частка ТЕС - 42-43 %, АЕС – 47-48 %, блок-станцій і комунальних ТЕЦ – 4 %).

Потужність Дніпровської ГЕС на сьогодні - 1538 МВт, тоді як потужність усіх ГЕС України - 4700 МВт. За час свого існування вона виробила понад 207 мільярдів кіловат-годин дешевої енергії. За сучасними оцінками, в умовах ринкової економіки, чистий прибуток для народного господарства тільки від продажу електроенергії склав більше двадцяти мільярдів гривень.

Річний виробіток Дніпровської ГЕС становить більше 4 млрд. кВт*год., що складає третину загального виробітку електроенергії на ГЕС, або понад 2 % від загальнодержавного виробітку електроенергії всіма електростанціями країни. Так, за 9 місяців 2003 року на Дніпровській ГЕС вироблено 2,45 млрд. кВт*год. при виробітку всіма ГЕС за цей період 7,06 млрд. кВт*год. і загальному виробітку по Україні 123 млрд. кВт*год. (з них електростанціями Мінпаливенерго України -118 млрд. кВт*год.). Собівартість електроенергії за 8 місяців 2002 року склала 0,83 коп/кВт*год .

Гідроелектростанції мають особливе значення під час регулювання частоти та виконання графіка навантажень в енергосистемі, що пояснюється мобільністю роботи гідротурбін у змінних режимах і винятковій оперативності керування гідроагрегатами, обумовлених їх повною автоматизацією.

У той же час, 4700 МВт гідроенергетичної потужності України складають біля 9 % сумарної потужності енергосистеми, що недостатньо для забезпечення мобільного резерву енергосистеми, який для надійної і стабільної роботи регулюючих потужностей повинен складати, за даними світової практики, не менше 15 %.

У денний і піковий час доби, включаючи і вихідні дні, 2/3 регулюючих потужностей Об'єднаної енергосистеми України реалізується на Дніпровській ГЕС.

2. Стан та потенціал малої гідроенергетики України.

Загальний річний гідроенергетичний потенціал малих річок України складає 12,5 млрд кВт•год/рік, що майже в чотири рази перевищує потенціал великих річок. За умов використання цих ресурсів для отримання електроенергії за допомогою МГЕС можна отримати значні обсяги «чистої» електроенергії та досягти значної економії традиційних паливно-енергетичних ресурсів.

В Україні нараховується понад 63 тис. малих річок і водотоків загальною довжиною 135,8 тис. км, з них близько 60 тис. (95 %) - дуже малі (довжина менше ніж 10 км), їхня сумарна довжина - 112 тис. км, середня довжина одного водотоку-1,9 км. Найменші водотоки з середньою довжиною до 3,5 км знаходяться в басейнах річок Стрий, Черемош, Бистриця, Турія, Ствига, Снов, Остер та Червона. В Україні 3212 малих річок довжиною трохи більше 1 км, їх загальна довжина складає близько 74 тис. км. З них у басейні Дністра - 453 річки (14 %), загальна довжина яких відповідно 32,1 та 10,6 тис. км.

Переважна більшість малих річок мають довжину менше ніж 10 км і площу водозбору від 20,1 до 500 км^2 (87 % всієї кількості і 72 % всієї довжини малих річок України). Значна їх кількість у басейнах Вісли, Південного Бугу (9,2 %) та Дунаю (8,3 %); сумарна довжина зазначених річок в басейні Вісли складає 84 %, в Причорномор'ї – 64 %) їх загальної довжини. Кількість малих річок з площею водозабору від 20 до 500 км^2 від загальної кількості малих річок в Україні складає 63 %, а їх сумарна довжина – 64 %.

Малих річок з площею водозбору від 50,1 до 100 км^2 нараховується 890 (28 % загальної кількості), а з найменшою площею водозбору від 20,1 до 50 км^2 -797 річок (25 %).

Середня площа водозабору малої річки в Україні складає близько 10 км^2, середня довжина - 3 км, щільність річкової мережі - 0,31 км/м^2. Ширина річкового басейну коливається від 5-10 км в гірських районах до 10-15 км на решті території. Найбільший нахил водозабору спостерігається у річок Закарпаття (230 %), найменший - у річок Придніпровської низовини (6,7 %).

Потенційні гідроенергетичні ресурси малих річок розподілені на території України надзвичайно нерівномірно. Так, у гірських областях (Львівській, Закарпатській, Івано-Франківській і Чернівецькій) зосереджено 71,7 %) усіх енергетичних ресурсів малих річок, а в семи областях Подільської височини (Вінницькій, Житомирській, Київській, Кіровоградській, Тернопільській, Хмельницькій та Черкаській) - всього 14,2%. Найбільшою водоносністю характеризується Закарпатська область - 4532,0 млн. кВт•год/рік (36,3 %) до підсумку), а також Львівська -1814 млн. кВт•год/рік (14,5 %). Херсонська і Запорізька області майже не мають потенційних запасів енергії малих річок.

На частину притоків річок Дністра, Тиси, Пруту та Південного Бугу припадає 82% всіх гідроенергетичних ресурсів України по малих річках, а всього, з врахуванням правобережних приток Дніпра й Прип'яті, у західній частині України зосереджено близько 90% всіх запасів гідроенергії.

У повоєнний період електрифікація сільського господарства ґрунтувалася на збільшенні потужностей і поліпшенні техніко-економічних показників малих гідроелектростанцій.

До МГЕС почали повертатись на початку 80-х рр., коли усвідомили необхідність переоцінки ресурсів і реальних затрат на освоєння, видобуток та транспортування органічного пального, а також звертати увагу на екологічні проблеми.

Поточний технічний стан діючих ГЕС характеризується значним або цілковитим зношеним основного гідросилового, гідротехнічного та електротехнічного обладнанням; наявністю несправностей у спорудах напірного фронту, які можуть стати причиною виникнення аварійних ситуацій; замуленням водосховищ; ростом забору води на неенергетичні потреби; розмивами укріплень водозливних і берегових ділянок нижніх б'єфів і т.п.

Більшість малих ГЕС, побудованих ще в 50-60 рр. XX ст., потребують ре-конструкції, значна кількість - повного відновлення. Однак через складний економічний та фінансовий стан більшості суб'єктів господарської діяльності, до яких належать об'єкти малої гідроенергетики, значне подорожчання будівництва, практично припинилося оновлення основних фондів цих об'єктів. Досвід відновлення деяких малих ГЕС окреслив низку проблем нормативно-правового, організаційного та технічного характеру, які потребують вирішення.

В Україні прикладом малої гідроелектростанції, що була нещодавно введена в експлуатацію може служити Яблуницька ГЕС на Буковині. Роботи по відновленню малої гідроелектростанції в селі Яблуниця Путивльського району тривали 2 роки і були остаточно завершені в вересні 2009 р. Загальна вартість виконаних для відновлення станції робіт - близько 8,5 млн грн.

Яблуницька ГЕС забезпечує екологічно чистою електричною енергією, що має найвищу рентабельність, мешканців ближніх сіл. ГЕС в Яблуниці - деріваційного типу з генеруючою потужністю до 1000 кВт.

Саме шляхом відновлення старих та спорудження нових ГЕС, мешканці віддалених регіонів можуть бути забезпечені дешевою електричною енергією. Особливо актуальною ця проблема є у гірській місцевості, адже в разі аварій електромереж сюди важко дістатися та виникають складнощі з налагодженням пошкоджень.

Найближчим часом передбачається відновлення та введення в експлуатацію інших нині непрацюючих малих ГЕС Буковини, які діяли на території краю у 60-70-х рр. XX ст., зокрема, Міліївської, Банилівської, Іспаської та Кам'янської.

Ефективною виявляється експлуатація мікро-ГЕС для супутнього виробництва електроенергії при спорудженні їх у складі різноманітних гідротехнічних об'єктів (на водоскидах, системах водопостачання, на каналах). Найбільш перспективними є об'єкти зі значним переважанням енергопостачання в літній період, оскільки у більшості малих річок взимку практично відсутній водостік, а сезонне регулювання істотно знижує економічну ефективність мікро-ГЕС. В деяких випадках доцільно використовувати мікро-ГЕС у комплексі з вітровими-, геліоустановками та іншими джерелами енергії. Створення таких енергокомплексів - один із перспективних напрямків сучасних розробок.

3. Класифікація ГЕС. Будова ГЕС. Конструкція турбін.

Показники роботи турбін, електростанції та гідротехнічних споруд, що під-водять воду до електростанції, найбільше залежать від пропускної здатності. Підбір цієї величини є досить складним, оскільки пропускна здатність дуже залежить від величин, що змінюються в різні пори року, - від припливів ріки та від характеру роботи електростанції. Корисний напір електростанції залежить від топографічних умов, а також від методу створення водного рівня. Ефективність роботи гідроелектростанції визначається як добуток ККД турбіни, генератора та трансформатора.

Гідроелектростанції істотно різняться між собою, що обумовлено необхідністю їх пристосування до конкретних існуючих локальних умов. Гідроелектростанції можна поділити на групи за такими критеріями: величиною напору води, способом регулювання навантажень в електроенергетичній системі, способом управління водними запасами. Найбільш поширеним, але неоднозначним критерієм класифікації є величина напору води.

Розрізняють низько-, середньо- та високонапірні електростанції. Низьконапірними вважаються електростанції з напором до 15 м, середньо - з напором 15-50 м, високо - понад 50 м.

Будова гідроелектростанцій

Гідротехнічні споруди, елементи гідроелектростанцій, механічні пристрої

Капіталовкладення у гідроелектричні об'єкти, метою яких є використання природних запасів, реалізуються, як правило, у межах багатоцільових програм об'єктів водного господарства, тобто це проекти управління як водними, так і енергетичними ресурсами. Ці проекти, крім енергетичних, мають й інші завдання, наприклад: контроль паводкових коливань, накопичення запасів води для промисловості, міст, створення умов для судноплавства. Такі завдання є суперечливими, оскільки штучні течії та дамби ускладнюють переміщення риби вгору за течією. Створення навігаційних каналів з незначним рівнем води є дешевшим для судноплавства, але обмежує можливість використання річки для електро-енергетичних цілей.

Гідротехнічні споруди, залежно від призначення, можна поділити на:

- накопичувальні споруди, до яких відносять греблі та дамби;
- водозабори;
- споруди, що підводять і відводять воду, - канали, трубопроводи та тунелі разом із супроводжуючими спорудами;
- інші споруди, такі як судноплавні шлюзи, переправи для риб, спуски для плотів.

У гідротехнічному будівництві розрізняють бетонні, земляні греблі та канали. У Польщі найбільш поширені бетонні греблі важкого типу. Земляні греблі будують на низинних територіях. Для забору води, що фільтрується через греблю, застосовуються дренажні системи. Греблі настільки ж поширені, як і дороги для громадського транспорту. Енергетичні канали, що з'єднують водоймище з електростанцією, розміщуються у траншеї. Зміцнення каналів здійснюється бетонними, залізобетонними або асфальтобетонними плитами.

Гідроелектростанція складається з таких основних елементів: корпус електростанції (підводна частина), машинна зала, монтажний павільйон, допоміжні приміщення та комунікаційні з'єднання. На низьконапірній електростанції більша частина корпуса знаходиться під водою й являє собою споруду, що нагромаджує воду. Розміри корпуса залежать від способу підведення води, а також від виду та величини турбіни.

Гідроелектростанція складається з багатьох взаємодіючих пристроїв, від якості яких залежить надійність і ефективність її роботи.

Механічне обладнання гідроелектростанції включає:

а) засуви та закриття, призначені для швидкого (2-3 хв.) перекриття притоку води під час аварії турбіни; це можуть бути плоскі сегментні засуви, що управляються гідравлічними лебідками, а також дросельні клапани та шарові крани, керовані гідравлічними приводами; на період ремонту ви-користовують також ремонтні засуви;

б) впускна решітка в пристрої механічної очистки, призначена для захисту турбіни від забруднень у воді (деревини, льоду, водоростей);

в) підйомно-транспортні пристрої (крани, в т.ч. козлові), необхідні під час монтажу та ремонту гідросистеми й допоміжних пристроїв, для підіймання ремонтних засувів, грат і т.п.;

г) компресори;

д) масляні вимикачі;

е) система охолодження підшипників, генераторів, трансформаторів тощо.

Машинні зали можна поділити на три види:

- класична зала, оснащена краном, призначеним для монтажу та ремонту турбосистеми;
- зала спрощеного будівництва, в якій встановлюється козловий кран;

без окремої зали, коли кран рухається через весь корпус МГЕС, генератори захищені легким корпусом.

Гідроакумулюючі електростанції з примусовим помпуванням

Завданням гідроакумуяюючої електростанції є не стільки виробництво електроенергії, як її акумулювання.

Застосування гідроакумулюючої електростанції доцільне лише у поєднанні з електростанціями, в яких виникають періодичні надлишки енергії, спричинені неможливістю швидкого регулювання кількості виробленої електроенергії в залежності від поточного попиту (особливо в теплових електростанціях, опалюваних вугіллям). Надлишок потужності, що акумулюється вночі, зник би безповоротно, якби він не накопичувався акумулюючими електростанціями у вигляді потенціальної енергії води. Майже 30 % електроенергії в цьому процесі втрачається. Таким чином, гідроакумулююча електростанція є високоефективним акумулятором величезної ємності.

У період перевищення виробництва електроенергії над потребою в ній вода з нижнього резервуару накачується до верхнього, а потім - у пікові години - відбувається зворотній процес.

Розрізняють два основні режими роботи головних пристроїв акумулюючої електростанції: генераторний і насосний. У генераторному режимі накопичена у верхньому резервуарі вода обертає турбіну, виробляючи електроенергію, а у насосному режимі насос перекачує воду з нижнього резервуару до верхнього з метою накопичення в ньому потенційної енергії води.

З точки зору електроенергетичної системи можна виділити наступні види роботи акумулюючих електростанцій: програмна та стабілізуюча.

Програмна робота: електростанція виробляє „дорожчу" пікову електроенергію за допомогою води, що перекачується до верхнього резервуара насосами, що в свою чергу отримують „дешевшу" електроенергію з електроенергетичної системи у період її незначного навантаження вночі або вдень. Електроенергію для двигунів насосів постачають парові, ядерні та припливні електростанції. Під час пікового електричного навантаження вода накачується до гідротурбіни, зв'язаної безпосередньо з синхронною електричною машиною, перетворюючи накопичену в верхньому водосховищі енергію води на електроенергію.

Стабілізуюча робота: гідроакумулююча електростанція завдяки своїм динамічним характеристикам може брати участь в усталюванні швидких перепадів у навантаженні електроенергетичної системи. Цей вид роботи можна віднести до регулювання енергетичної системи. У цьому режимі гідроакумулююча електростанція запобігає виникненню таких аварійних ситуацій у електроенергетичній системі, як короткостроковий вихід із ладу обладнання теплової електростанції або перенавантаження енергетичної системи. Гідроакумулююча електростанція в цьому випадку є значним закумульованим резервом і в разі раптового дефіциту потужності включається у генераторному режимі, а при стрибкоподібному збільшенні потужності навпаки переходить до насосного режиму.

Верхніми резервуарами гідроакумуляційної електростанції можуть бути природні або штучні водосховища. В якості нижніх резервуарів використовуються озера, перегороджені долини рік, старі шахти або спеціально побудовані штучні водосховища. Принаймні один із резервуарів мусить бути наповнений водою природного притоку з метою покриття втрат, пов'язаних із випаровуванням та витіканням води.

В акумуляційній електростанції, на відміну від інших гідроелектростанцій, дуже важливим параметром є напір Ни. Чим більшим є напір, тим менша ємність резервуарів необхідна для отримання визначеної кількості

енергії, а це в свою чергу дозволяє зменшити капіталовкладення. Ємності резервуарів вистачає на 2-6 годинну роботу турбіни. Акумуляційні електростанції взагалі повинні мати напори більше 100 м, але на практиці використовують і з меншими напорами.

Важливим параметром при розрахунках інвестиційної привабливості проекту та строків його окупності є ККД акумулюючої електростанції. Тому особливу увагу необхідно приділити правильному підбору обладнання для станції.

Перші акумулюючі електростанції були обладнані тримашинними, або навіть чотиримашинними системами. До складу агрегату входили: турбіна, синхронна електрична машина в якості електродвигуна для живлення насосу та насос. Перевагою таких систем був швидкий перехід від насосного до турбінного режиму роботи та навпаки. Але, незважаючи на безсумнівні технічні переваги тримашинних агрегатів, із економічних міркувань вони були замінені двома- шинними реверсними турбосистемами - насос-турбіна. Інвестиційних коштів на насос-турбінну електростанцію потрібно на 10-15 % менше, ніж на тримашинні агрегати.

Гідрокомплекси акумулюючих електростанції включаються у роботу до кількох десятків разів упродовж доби, тому виникає необхідність їх частого запуску в обох режимах і зупинки при відмові чи при зміні характеру роботи. Це вимагає зміни напрямку обертання зворотних систем. Кожен із двох видів роботи системи вимагає свого способу запуску:

а) запуск гідроагрегату відбувається шляхом подачі води на лопаті ротора;

б) при запуску до роботи насосу вимагається розгін агрегату до синхронної швидкості, при якій генератор працюватиме як синхронний двигун [5].

Найбільша гідроакумулююча електростанція з примусовим помпуванням - це електростанція Жарновець (Zamowiec), потужністю 716 МВт. У ній використовує 2 водозбірники - верхній штучний з поверхнею 135 га і ємністю 13,8 млн м3 та нижній природний, яким є Жарновецьке озеро з поверхнею 1470 га. Різниця рівнів між поверхнями води у збірниках становить від 110 до 126 м. Час наповнення верхнього збірника становить близько 6 годин. На електростанції встановлено 4 турбіни з потужністю 176 МВт кожна.

Проточні гідроелектростанції

Проточна електростанція - це гідроелектростанція, що використовує енергію потоку води після її незначного накопичення.

У польських умовах у групі проточних електростанцій істотне значення мають, перш за все, низьконапірні електростанції з земляними греблями.

На електростанціях, встановлених на гірських ріках, вода до турбіни може також доводитися спеціальними напірними трубопроводами.

Конструкція турбін

Конструкція турбін Френсіса

При напорах вище 10 м переважно встановлюють турбіни Френсіса . Вони стійкі до кавітації, завдяки чому немає потреби глибокого розміщення ротора. Це полегшує виконання будівельних робіт.

У турбіні Френсіса вода з верхнього резервуару тисне всією поверхнею на управляючі лопаті і спочатку прискорює, а потім підтримує частоту обертання турбіни. Проходячи по каналу між лопатями у формі сопел, вода на великій швидкості виходить із ротора та потрапляє до всмоктуючої труби.

Турбіна Френсіса є реактивною турбіною. Це означає, що вода під час проходження через цей пристрій розширюється. Потенціальна енергія води перетворюється на кінетичну енергію обертання ротора. Турбіна знаходиться між резервуаром води з вищим тиском (вищий рівень води) і резервуаром із меншим тиском (нижчий рівень води).

Конструкції турбін Каплана

Турбіна Каплана - це різновид пропелерної турбіни, тобто такої, лопаті якої мають форму, подібну до гребних гвинтів. Її відмінність полягає в можливості зміни нахилу лопатей під час роботи і в результаті - в регулюванні одержуваної потужності та значно вищому ККД. Кількість лопатей ротора - від 3 до 10.

Ця турбіна застосовується при напорах від 1,5 до 80 м - при більших напорах вона проявляє меншу стійкість до кавітації. Максимальна потужність однієї турбіни становить близько 130 МВт.

Турбіни Каплана можуть використовуватись замість турбін Френсіса при модернізації старих гідроелектростанцій. Оскільки вони вимагають довших всмоктувальних труб і більш глибокого їх розміщення, що важко вмістити в старій конструкції будівлі, можна застосовувати сифонну систему. Вона полягає в піднятті турбіни над дном резервуару так, щоб всмоктувальна труба розміщувалась під нею без порушення фундаменту будівлі. Щоб уникнути потрапляння повітря до високо розміщеної турбіни, необхідно повністю заповнити відсік водою. При цьому в верхній частині відсіку тоді утвориться вакуум. Це вимагає відповідної форми каналу, підведеного до резервуару, та підвищення міцності його покриття. Але в більшості випадків такі переробки все одно дешевші за перебудову фундаменту.

Конструкції турбін Пельтона

Турбіни Пельтона застосовуються на малих гідроелектростанціях, але набагато рідше, ніж інші турбіни Турбіна Пельтона є вдосконаленням “ківшового колеса”, в якому лопаті встановлені під кутом 90° до потоку води.

Турбіни системи Пельтона застосовуються для напорів > 500 м, у виняткових, конструктивно обгрунтованих випадках - замість турбін Френсіса, при Н=- 100 м. За умов, коли при коефіцієнті швидкохідності 2-40 для турбін Френсіса необхідно використовувати дуже довгі вхідні канали, для зменшення втрат об-ґрунтованим є застосування турбін Пельтона.

У турбіні Пельтона, для збільшення ефективності, замість простих лопатей застосовуються спеціально профільовані лопаті у формі двох з'єднаних чаш (дві півкулі), на яких потік води набагато м'якше змінює напрям. Існують турбіни Пельтона з горизонтальними та вертикальними валами. При горизонтальних валах застосовується максимум два сопла виходу (за більшої їх кількості через стримування потоку попереднім соплом потужність зменшується), а при верти-кальних валах - до 6 сопел.

Малі електростанції з турбінами Пельтона зустрічаються в дуже гористих країнах при напорах понад 50 м. У Польщі подібні умови зустрічаються практично тільки на територіях заповідників, де вони могли б працювати для потреб туристичних об'єктів. Нині функціонують 2 такі станції.

4. Акумулятори на основі поновлювальних джерел енергії.

Акумулювання енергії є однією з найважливіших проблем, коли йдеться про експлуатацію енергетичних систем на основі поновлювальних джерел енергії.

Акумулювати енергію необхідно через енергетичну нестабільність характеристик поновлювальних джерел і споживачів протягом року, у деяких випадках навіть протягом доби.

При застосуванні акумуляторів в енергосистемах на основі поновлювальних джерел енергії виконуються такі основні функції:

- забезпечення безперебійного енергопостачання споживачам за рахунок накопичення надмірної енергії та подальшого її використання в період відсутності або недостачі;
- забезпечення оптимального режиму роботи джерел енергії та споживачів за рахунок згладжування коливань в енергомережі;
- підвищення потенціалу енергії до необхідного при накопиченні низькопотенціальної енергії;
- перетворення енергії одного виду в інший відповідно до потреб споживача.

Як акумулятори енергії поновлювальних джерел можна використати:

- електрохімічні акумулятори;
- теплові акумулятори;
- акумулятори на основі зворотних фазових переходів;
- акумулятори на основі зворотних хімічних реакцій;
- акумулятори, що працюють при переробці палива за рахунок його збагачування;
- акумулятори, що працюють на основі водню.

Використання електрохімічних акумуляторів є доцільним у комплексі із сонячними та вітровими установками різної потужності. Вони необхідні в установках невеликої потужності, оскільки при безпосередній роботі поновлювального джерела для споживача неможливо отримати електроенергію необхідної якості.

Дослідження показали, що найбільш ефективними для систем із вітроустановками та сонячними фотобатареями є лугові нікель- кадмієві акумулятори, які можна використовувати навіть при незначних (5 %) зарядних струмах.

У Німеччині проводяться роботи зі створення герметичних нікель-водневих акумуляторів із водневим електродом на основі гідратів металів. Вони екологічно чистіші й енергоємніші порівняно з нікель-кадмієвими.

5. Теплові акумулятори

Економічна ефективність теплового акумулятора за інших рівних умов визначається масою та об'ємом теплоакумулюючого матеріалу, необхідного для забезпечення заданих параметрів процесу.

Акумулювання фізичного тепла є найбільш застосовуваним. Досить низька теплоємність акумулятора має компенсуватися використанням великих об'ємів теплоакумулюючих матеріалів. Як акумулятори використовують теплоізольовані резервуари води.

Акумулятори, які використовують теплові ефекти зворотних фазових переходів, характеризуються більш високою густиною енергії тіла при невеликому об'ємі теплоакумулюючого матеріалу і мають практично постійну температуру розряду.

Теплоакумулятори з фазовим переходом поділяються на низькотемпературні (до 120 С), середньотемпературні (120-400 С) та високотемпературні (400-1000 С).

В теплоакумуляторах є конструктивна сумісність акумулятора та його оболонки.

Акумулятори, що працюють із використанням ефекту зворотних хімічних реакцій, характеризуються ще вищою густиною енергії, порівняно з вищерозглянутими акумуляторами, однак вони мають більш високу ціну за рахунок використання відносно дорогих хімічних сполук, а також виділяють гази в процесі хімічних реакцій.

6. Акумулювання енергії на основі водню.

Акумулювання енергії на основі водню має великі перспективи. З енергетичної точки зору, водень - це альтернатива нафті та природному газу, при цьому:

- запаси водню в складі води практично невичерпні;
- теплота згорання водню в кілька разів вища, ніж у природних газів;
- водень як паливо може бути використаний для отримання теплової та електричної енергії, а також у двигунах різного виду;
- водень-екологічно чисте паливо.

Система акумулювання на основі водню забезпечує:

-стабільне енергопостачання споживачів;

-розв'язання проблем зберігання водню і його використання з метою отримання теплової та електричної енергії;

-отримання палива з оптимальними характеристиками.

Список використаної літератури

Базова

1. Відновлювані джерела енергії : монографія / за заг. ред. С. О. Кудрі. Київ : Інститут відновлюваної енергетики НАН України, 2025. 512 с. URL: https://www.ive.org.ua/wp-content/uploads/Vidnovliuvani_Djerela_Monography_2025.pdf
2. Відновлювані джерела енергії : монографія / за заг. ред. С. О. Кудрі. Київ : Інститут відновлюваної енергетики НАН України, 2020. 392 с. URL: https://www.ive.org.ua/wp-content/uploads/Monografia_final_21.12.2020.pdf .
3. Кудря С. О. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії : підручник. Київ : НТУУ «КПІ», 2012. 492 с. URL: http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2020/Kudrya_2012_492.pdf .
4. Комплексне використання відновлюваних джерел енергії : курс лекцій : навчальний посібник. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 304 с. URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/48635/1/Kompleksne_2022.pdf .
5. Суржик Т. В., Матях С. В. та ін. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії України : видання третє, оновлене / за заг. ред. С. О. Кудрі. Київ : Інститут відновлюваної енергетики НАН України, 2024. 56 с.

Додаткова

1. Лазар В. Ф., Жигуц Ю. Ю. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії : методичні вказівки до практичних робіт. Мукачево : Мукачівський державний університет, 2023. 65 с. URL: http://dspace-s.msu.edu.ua:8080/bitstream/123456789/9814/1/Non-traditional_and_renewable_energy_sources._Methodical_instructions_for_practical_work.pdf
2. Нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії : методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт. Київ : НАУ, [2020-і рр.]. URL: http://aem.nau.edu.ua/Library/358Лабораторний%20практикум%20Нетрадиційні%20та%20відновлювальні%20джерела%20енергії.pdf
3. Енергетичні та екологічні основи в збереженні та використанні поновлюваних джерел енергії : методичні вказівки до виконання лабораторно-практичних занять. Суми : СНАУ, 2025. URL: https://itf.snau.edu.ua/wp-content/uploads/2025/12/ЕЕЗЕ-ЛПЗ_308bd5cd-f194-441d-b916-e5a53d782542.pdf
4. Основи екології енерговикористання : методичні рекомендації до виконання самостійної роботи. Кропивницький : КНТУ, 2024. URL: https://dspace.kntu.kr.ua/bitstreams/caa1ea10-7a41-477a-be60-567073a130d3/download
5. Екологічні аспекти енергетики : навчальний посібник. Харків : ХПІ, 2023. URL: https://web.kpi.kharkov.ua/es/wp-content/uploads/sites/250/2024/11/03_S_EAE_2023.pdf

Інформаційні ресурси

6. Закон України «Про альтернативні джерела енергії» від 20.02.2003 № 555-IV (чинна редакція). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15
7. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України. Офіційний сайт (статистика, програми, звіти). URL: https://saee.gov.ua/
8. Інститут відновлюваної енергетики НАН України. Офіційний сайт (монографії, атласи, публікації). URL: https://www.ive.org.ua/
9. Міністерство енергетики України. Офіційний сайт (стратегії, звіти, дані). URL: https://mev.gov.ua/
10. Державна служба статистики України. Розділ «Енергетика» (статистичні щорічники, баланси). URL: https://www.ukrstat.gov.ua/
11. International Renewable Energy Agency (IRENA). Renewable Energy Statistics та звіти по Україні. URL: https://www.irena.org/

.

Барсукова Ганна Володимирівна
Тесленко Олена Володимирівна

ЕНЕРГЕТИЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ОСНОВИ В ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ТА ВИКОРИСТАННІ ПОНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Методичні вказівки
до виконання самостійної роботи

Суми, РВВ, Сумський національний аграрний університет, вул. Г. Контдратьєва, 160

Підписано до друку:____2026 р. Формат: А5 Гарнітура: Times New Roman. Тираж: _____ примірників Замовлення Ум. друк. Арк. 1,7