

Міністерство освіти і науки України  
Відокремлений структурний підрозділ  
«Любешівський технічний фаховий коледж  
Луцького національного технічного університету»



## *Енергоощадні технології*

Конспект лекцій

для здобувачів освітньо-професійного ступеня фаховий молодший бакалавр

галузь знань 13 Механічна інженерія

спеціальності 133 Галузеве машинобудування

денної форми навчання

Любешів 2023

УДК 621.3 (07)

О 76

До друку

Голова методичної ради ВСП «Любешівський ТФК ЛНТУ»  
\_\_\_\_\_ Герасимик-Чернова Т.П.

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозитарій коледжу  
Бібліотекар \_\_\_\_\_ М.М. Демих

Затверджено методичною радою ВСП «Любешівський ТФК Луцького НТУ»  
протокол № \_\_\_\_\_ від « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.

Рекомендовано до видання на засіданні випускної циклової (методичної) комісії  
педпрацівників харчового виробництва, галузевого машинобудування, готельно-ресторанної  
справи, обліку та оподаткування

протокол № \_\_\_\_\_ від « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.

Голова циклової методичної комісії \_\_\_\_\_ Кравченко Т.Ф.

Укладач: \_\_\_\_\_ Н.Г.Остапук, викладач першої категорії

Рецензент: \_\_\_\_\_

Відповідальний за випуск: \_\_\_\_\_ Кравченко Т.Ф., викладач вищої категорії, голова  
випускної циклової (методичної) комісії педпрацівників харчового виробництва, галузевого  
машинобудування, готельно-ресторанної справи, обліку та оподаткування

Енергоощадні технології [Текст]: конспект лекцій для здобувачів освітньо-професійного  
ступеня фаховий молодший бакалавр галузь знань 13 Механічна інженерія спеціальності 133  
Галузеве машинобудування денної форми навчання/уклад. Н.Г.Остапук. – Любешів: ВСП  
«Любешівський ТФК ЛНТУ», 2023. – 63с.

Методичне видання складене відповідно до діючої програми курсу «Енергоощадні  
технології» з метою вивчення та засвоєння основних розділів дисципліни

© Остапук Н.Г., 2023

# **Лекція 1. Вступ. Актуальність раціонального використання енергетичних ресурсів в Україні та в світі**

## **План**

1. Історичний аспект виникнення енергозбереження
2. Загальні засади Закону України про енергозбереження
3. Основні поняття енергозбереження

### **1. Історичний аспект виникнення енергозбереження**

Після енергетичної кризи 1972-1973 р.р. розвинені країни прийняли так звані «енергетичні» закони. Наприклад, у США завдяки великій увазі, як було приділено енергозбереженню після нафтової кризи споживання енергоресурсів за десять років після кризи змінилося на кілька відсотків порівняно з рівнем 1973 р., валовий же суспільний продукт країни за цей період зріс на 25%.

Україна дістала у спадщину від СРСР надзвичайно неефективну, енергоємну й матеріалоємну промисловість. Наприклад, для отримання 1т цементу ми витрачаємо 274 кг умовного палива, а японці – 142. Питомі затрати енергії у чорної металургії Японії на 20 –30% нижчі, ніж у нас, причому, як не парадоксально – головним чином за рахунок впровадження таких передових технологій, як безперервна розливка сталі, сухе гасіння коксу, утилізація тепла газів доменних печей. Ці технології були розроблені у нас, японці придбали ліцензії на їх застосування і мають із цього неабияку вигоду, а у вітчизняній металургії вони майже не впроваджені.

Невдовзі після здобуття Україною незалежності був прийнятий Закон України «Про енергозбереження» 1994 р.

### **2. Загальні засади Закону України «Про енергозбереження»**

В Україні створено інформаційну та законодавчу базу для ведення ефективної внутрішньої політики щодо питань енергозбереження. Цьому сприяло прийняття Верховною Радою України Енергетичної стратегії України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» (ЕСУ-2035), Закону України “Про ринок електричної енергії України”, Закону України “Про пріоритетні напрямки розвитку науки і техніки”, Закону України “Про енергозбереження”, Закону України “Про електроенергетику”, Концепції впровадження «розумних мереж» до 2035 року та середньостроковому Плану заходів з впровадження «розумних мереж» в Україні.

У Законі України «Про електроенергетику» у 2008 році внесені зміни, які стосуються стимулювання виробництва електроенергії з альтернативних джерел енергії. Встановлено, що Національною комісією регулювання

електроенергетики України затверджується «Зелений» тариф на електричну енергію, вироблену суб'єктами господарювання на об'єктах електроенергетики, що використовують альтернативні джерела енергії, і така енергія повинна купуватися Енергоринком за вищим тарифом, ніж електроенергія з традиційних джерел.

В Україні діє закон «Про комбіноване виробництво теплової та електричної енергії (когенерацію) та використання скидного енергопотенціалу», який регулює відносини, пов'язані з особливостями виробництва, передачі і постачання електричної та теплової енергії від когенераційних установок. Прийняття даного законодавчого акту свідчить про сприяння держави у перебудові діючих теплогенеруючих об'єктів в установки комбінованого виробництва електричної та теплової енергії з метою зростання ефективності використання палива та підвищення екологічної безпеки, в тому числі шляхом економічного стимулювання використання когенераційних установок на підприємствах незалежно від форми власності та галузевої належності.

Закон України «Про енергозбереження» також визначає джерела фінансування заходів щодо ефективного використання паливноенергетичних ресурсів, якими є Державний фонд енергозбереження. Впровадження технічних та організаційних заходів щодо економії енергоресурсів і електроенергії на державному рівні дозволяє покращити техніко-економічний стан будь-якої установи та підприємства, а також в цілому підвищити енергетичну безпеку країни.

Законом України «Про енергозбереження» визначено поняття стандартизації у сфері енергозбереження, яка проводиться для встановлення комплексу обов'язкових норм, правил, вимог щодо раціонального використання та економії паливно-енергетичних ресурсів.

Стандарти у сфері енергозбереження є основою для застосування економічних санкцій за нераціональне використання паливно-енергетичних ресурсів, виробництво енергетично неефективного обладнання та матеріалів. Відповідно до ст. 19 даного закону державні енергетичні стандарти є обов'язковими для виконання. Вони визначають організаційно-методичні основи енергозбереження, раціональні питомі витрати паливно-енергетичних ресурсів, методи визначення потреб в енергії, сертифікації об'єктів відповідно до вимог енергозбереження, методи збирання та обробки інформації про витрати паливно-енергетичних ресурсів, вимоги до енергозберігаючих технологій і енергозберігаючого обладнання, вимоги до вторинних енергетичних ресурсів, нетрадиційних і поновлюваних джерел енергії.

Метою законодавства про енергозбереження є регулювання відносин між господарськими суб'єктами, а також між державою і юридичними та

фізичними особами у сфері енергозбереження, пов'язаної з видобуванням, переробкою, транспортуванням, зберіганням, виробленням та використанням паливно-енергетичних ресурсів, забезпечення заінтересованості підприємств, організацій та громадян в енергозбереженні, впровадженні енергозберігаючих технологій, розробці і виробництві менш енергоємних машин та технологічного обладнання, закріплення відповідальності юридичних і фізичних осіб у сфері енергозбереження.

Основні принципи державної політики енергозбереження:

- створення державою економічних і правових умов заінтересованості в енергозбереженні юридичних та фізичних осіб;

- здійснення державного регулювання діяльності у сфері енергозбереження на основі застосування економічних, нормативно технічних заходів управління;

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

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

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

- обов'язковість державної експертизи з енергозбереження;

- популяризація економічних, екологічних та соціальних переваг енергозбереження, підвищення громадського освітнього рівня у цій сфері;

- поєднання методів економічного стимулювання та фінансової відповідальності з метою раціонального використання та економного витрачання паливно-енергетичних ресурсів;

- встановлення плати за прямі втрати і нераціональне використання паливно-енергетичних ресурсів;

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

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

- поступовий перехід до масового застосування приладів обліку та регулювання споживання паливно-енергетичних ресурсів;

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

- запровадження системи енергетичного маркування електрообладнання побутового призначення.

### **3. Основні поняття енергозбереження**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Прямі втрати паливно-енергетичних ресурсів** — втрата паливно-енергетичних ресурсів поза технологічними процесами (вид нераціонального використання паливно-енергетичних ресурсів).

**Марнотратне витрачання паливно-енергетичних ресурсів** — систематичне, без виробничої потреби, не зумовлене вимогами технічної безпеки недовантаження або використання на холостому ходу електродвигунів, електropечей та іншого електро- і теплоустаткування; систематична втрата стисненого повітря, води і тепла, спричинена несправністю арматури, трубопроводів, теплоізоляції трубопроводів, печей і тепловикористовуючого устаткування; недотримання вимог нормативної та проектної документації щодо теплоізоляції споруд та інженерних об'єктів, яке призводить до зниження теплового опору огорожувальних конструкцій, вікон, дверей в опалювальний сезон (вид нераціонального використання паливно-енергетичних ресурсів).

**Нераціональне (неефективне) використання паливно-енергетичних ресурсів** — прямі втрати паливно-енергетичних ресурсів, їх марнотратне витрачання та використання паливно-енергетичних ресурсів понад показники питомих витрат, визначених системою стандартів, а до введення в дію системи стандартів — нормами питомих витрат палива та енергії.

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

**Нетрадиційні та поновлювані джерела енергії** — джерела, що постійно існують або періодично з'являються в навколишньому природному середовищі у вигляді потоків енергії Сонця, вітру, тепла Землі, енергії морів, океанів, річок, біомаси.

**Енергозбереження** — це діяльність спрямована на ефективне використання ПЕР. Енергозбереження реалізується за допомогою організаційних, технічних, інформаційних та правових методів.

**ПЕР** — це сукупність всіх природних та перетворених видів палива та енергії, які використовуються в національному господарстві.

**Енергозберігаючі заходи** — це заходи спрямовані на впровадження та виробництво енергоефективних технологій, продукції, обладнання. *Енергетичний аудит* — це складова частина енергоменеджменту, спрямована на обстеження об'єкта та його енерговикористання, визначення заходів для енергозбереження та їх техніко-економічне обґрунтування.

*Пряма економія ПЕР* виникає внаслідок зменшення енергозатрат на всіх етапах виробництва, в т.ч. — організаційних заходів і використання досконаліших засобів праці і технологій.

*Непряма економія ПЕР* виникає завдяки підвищенню якості продукції, зменшення її матеріалоемності, використанню нових матеріалів та нових джерел енергії.

*Структурна економія ПЕР* досягається шляхом переходу від енергозатратної до енергоекономної структури економіки як у регіональному, так і національному масштабах.

*Неефективними (марнотратними) називаємо енергозатрати*, що виникають внаслідок відхилення технологічних процесів від нормативних вимог, режимних карт, вимог технологічної та проектної документації на електро- та тепlopостачання, відхилення характеристик споруд, машин та графіка їх роботи від паспортних вимог чи галузевих стандартів.

**Теоретичний потенціал енергозбереження (ТПЕ)** – це максимальна економія ПЕР, що досягається завдяки ліквідації всіх видів втрат. *Технічний потенціал енергозбереження* рівний економії ПЕР, що може бути досягнена за фіксований проміжок часу доступними засобами залежно від стану науково-технічного рівня даного соціуму.

**Економічний потенціал енергозбереження (ЕПЕ)** – це частина технічного ПЕ, яка може бути прибутково впроваджена при наявності інвестиції, ЕПЕ завжди менший від технічного, оскільки регламентується окупністю та іншими вимогами до інвестицій.

*Енергозберігаючий потенціал* поведінки визначається розумінням актуальності енергозбереження суб'єктами ринку, що можуть (уповноважені) приймати рішення.

**Енергоемність продукції** – це відношення річного обсягу спожитої енергії (в натуральному обчисленні) до річного обсягу продукції (в натуральному та вартісному обчисленні). Аналогічно визначають електричну, або теплову ємність продукції.

*Електропаливний коефіцієнт* – це відношення обсягу річного споживання електроенергії до річного обсягу спожитої енергії палива (без урахування затрат на виробництво електроенергії).

*Теплоенергетичний коефіцієнт* – це відношення обсягу річного споживання тепла (гарячі пара, вода) до річного обсягу спожитої електроенергії. *Якість* – це сукупність властивостей об'єкта, які визначають його здатність задовольняти певні потреби відповідно до його призначення.

**Ефективність** – це одна з характеристик якості, що виражається зіставленням витрат і результатів функціонування.

Існують два основних критерії визначення якості. Перший базується на нормуванні, порівнянні та максимізації відношення результату до затрат, а другий – різницею між результатами та затратами. Останній критерій слід застосовувати лише при адитивності результатів і витрат.

При оцінці *ефекту енергозбереження* використовують поняття інженерна та економічна еластичність потенціалу економії ПЕР.

*Інженерна еластичність* вимірює можливість заміщення енергії капіталом за умови, що його сприяння виробництву є постійним.

## Лекція 2. Класифікація енергетичних ресурсів

### План

1. Види енергоресурсів
2. Нетрадиційні джерела енергії

#### 1. Види енергоресурсів

Енергоресурси поділяють на **первинні** та **вторинні**.

**Первинні енергоресурси** — це природні ресурси, які не переробляли і не перетворювали: сира нафта, природний газ, вугілля, горючі сланці, вода річок і морів, гейзери, вітер тощо.

У свою чергу, первинні ресурси (або види енергії) поділяють на **поновлювані** і **непоновлювані**.

**Непоновлювані джерела енергії** — це природно утворені й накопичені в надрах планети запаси речовин, здатних за певних умов звільнити енергію, що міститься в них. Такими є викопне органічне паливо (вугілля, нафта, природний газ, торф, горючі сланці), ядерне паливо.

**Поновлювані джерела енергії** — ті, відновлення яких постійно здійснюється в природі (сонячне випромінювання, біомаса, вітер, вода річок та океанів, гейзери тощо), і які існують на основі постійних чи періодично виникаючих в природі потоків енергії, наприклад: сонячне випромінювання (біомаса, енергія сонця, вітру, хвиль); гравітаційна взаємодія Сонця, Місяця і Землі (наслідком якої є, наприклад, морські припливи та відпливи); теплова енергія ядра Землі, а також хімічних реакцій і радіоактивного розпаду в її надрах (геотермальна енергія джерел гарячої води — гейзерів). Крім природних джерел поновлюваних енергоресурсів, сьогодні дедалі більшого значення набувають антропогенні, до яких належать теплові, органічні та інші відходи діяльності людства.

#### 2. Нетрадиційні джерела енергії

Проблеми використання нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії (НВДЕ) у різних галузях народного господарства почали розв'язуватися з другої половини ХХ ст. До цього спонукали кризові ситуації: світова енергетична криза 1973 р. і Чорнобильська катастрофа 1986 р., які змусили більшість країн переглянути свою енергетичну політику щодо темпів і перспектив практичного застосування НВДЕ.

В загальному випадку під нетрадиційними і поновлюваними джерелами енергії визначають джерела електричної і теплової енергії, що використовують енергетичні ресурси рік, водоймищ і промислових водостоків, енергію вітру, сонця, біомаси, стічних вод, твердих побутових відходів та ін.

Основні джерела поновлюваної енергії:

- сонячне випромінювання;

- гравітаційна взаємодія Сонця, Місяця і Землі, наслідком чого, наприклад, є морські припливи і відливи;

- теплова енергія ядра Землі, а також хімічних реакцій і радіоактивного розпаду в її надрах, які проявляються, зокрема, у вигляді геотермальної енергії джерел гарячої води – гейзерів.

Важливість використання нетрадиційних і поновлюваних джерел енергії обумовлена тим, що населення Землі в даний час складає близько 6 млрд людей і зростає приблизно на 2-3 % у рік, при середньому споживанні потужності на душу населення - 0,8 кВт. Національні розходження рівнів спожитої енергії - від 10 кВт у США, 4 кВт - у країнах Європи до 0,1 кВт - у Центральній Африці. Середні темпи росту національного доходу в країнах сучасного світу складають 2-5 % у рік. При цьому щорічне підвищення споживання енергії з урахуванням росту населення повинно бути 4 - 8 %, що неможливо забезпечити без використання нових джерел енергії. Нарощування виробництва енергії такими темпами за рахунок спалювання вуглеводородних палив веде до серйозних екологічних наслідків, зокрема, до парникового ефекту.

Інтерес до НВДЕ у всьому світі зумовлений двома негативними тенденціями розвитку традиційної енергетики: швидким виснаженням природних ПЕР і забрудненням навколишнього середовища. За даними ООН, уже до середини ХХІ ст. можливе виснаження таких видів ПЕР як нафта, газ і уран ( $U^{238}$ ).

Особливу роль у виникненні ПЕР на Землі відіграє Сонце. Сонячна енергія протягом мільйонів років була рушійною силою виникнення родовищ нафти, газу та твердого палива. Одним з основних напрямів нетрадиційної енергетики є використання енергії Сонця прямими і непрямими методами.

Прямі методи використання сонячної енергії ґрунтуються на перетворенні променистої енергії Сонця на електричну і теплову, непрямі – дозволяють використовувати кінетичну і потенційну енергію, що виникає внаслідок сонячного випромінювання з біосфери. Це енергія вітру, біомаси (органічні відходи в господарській діяльності людини, енергетичні плантації), океанів і морів (наприклад, енергія припливів і відпливів, температурного градієнта великих товщ води), гідроенергія (великих та малих річок, що виступають як гідроаккумулятивні системи).

Потреба і можливість розвитку в Україні цього напрямку зумовлені наступними причинами:

– дефіцитом традиційних для України ПЕР;  
– дисбалансом у розвитку енергетичного комплексу України, орієнтованого, на централізоване електро- і тепlopостачання та значне (понад 40 %) виробництво енергії на АЕС. Разом з тим, відсутнє власне виробництво ядерного палива, технології утилізації і переробки відходів АЕС, виробництв для модернізації устаткування діючих АЕС;

– наявністю науково-технічної і промислової бази, придатної для виробництва практично усіх видів устаткування нетрадиційної

енергетики; – сприятливими клімато-метеорологічними умовами для використання основних видів НВДЕ.

Виходячи з географічних, науково-економічних та екологічних факторів для України доцільно розглядати використання таких НВДЕ, як енергія Сонця, вітру, біомаси, малих рік, геотермальна енергія, ресурси яких подано в табл. 12.2.

Використання відновлюваних джерел енергії дозволить знизити споживання дефіцитних для України нафтопродуктів (загальний об'єм приблизно 300 млн т у. п./рік) на 5–6 %, зокрема за рахунок використання геліоресурсів – на 1,7 %, вітроенергії – на 2,8 %; геотермальної енергії – на 0,1 %; біогазу – на 0,2 %; гідроенергії рік – на 0,9 % (великих – 0,6 %, малих – 0,3 %).

*Перевагою нетрадиційних і поновлюваних джерел енергії є їх екологічна безпека та можливість локального використання в будь-якому районі. За даними ЮНЕСКО, приблизно 2 млрд людей на Землі мають обмежений доступ до електропостачання в силу відсутності розвинутих електричних мереж, а 2,4 млрд – до сучасних видів пального для приготування їжі та обігріву помешкань. Тому навіть активні прихильники випереджального розвитку ядерної енергетики у прогнозах на кінець ХХІ століття віддають поновлюваній енергії не менш 18 % загального споживання. Це, приблизно, стільки, скільки зараз людство одержує за рахунок викопного палива.*

Енергетична стратегія України на період до 2030 року, яка передбачає використання нетрадиційних і поновлюваних джерел енергії в наростаючих масштабах. З обліком природних, географічних і метеорологічних умов перевага віддається малим гідроелектростанціям, вітроенергетичним установкам, біоенергетичним установкам, установкам для спалювання відходів рослинництва і побутових відходів, геліоводопідогрівачам. Потенціал цих джерел України

оцінюється у 6 % від усієї розрахункової економії палива, що планується одержати за рахунок енергозбереження. При цьому особливо підкреслюється, що вони дають реальну економію палива, відчутний соціальний ефект, значно поменшують негативний вплив енергетики на довкілля. Їх застосування символізує реальний перехід від марнотратної до раціональної економіки.

## **2.1. Геліоенергетика**

Сонце є основним джерелом енергії, що забезпечує існування життя на Землі. Унаслідок реакцій ядерного синтезу в його активному ядрі досягаються температури до  $10^7$  К. При цьому поверхня Сонця має температуру близько 6000 К. Електромагнітним випромінюванням сонячна енергія передається в космічному просторі і досягає поверхні Землі, з потужністю близько  $1,2 \cdot 10^{11}$  Вт. Одержання такої енергії на протязі однієї години досить, щоб задовольнити енергетичні потреби всього населення Земної кулі протягом року. Максимальна щільність потоку сонячного

випромінювання, що приходить на Землю, складає приблизно  $1\text{кВт}/\text{м}^2$ . В залежності від місця, часу доби і погоди потоки сонячної енергії міняються від 3 до 30 МДж/м<sup>2</sup>у день (для різних населених районів).

Для створення комфортних умов життя одній людині, в середньому, потрібно приблизно 2 кВт на добу, або приблизно 170 МДж енергії. Якщо прийняти ефективність перетворення сонячної енергії в зручну для споживання форму - 10% та потік сонячної енергії - 17 Мдж/м<sup>2</sup>у день, то необхідну для однієї людини енергію можна одержати з 100 м<sup>2</sup>площі земної поверхні. При середній щільності населення в містах - 500 чоловік на 1км<sup>2</sup>, на одну людину приходить близько 2000 м<sup>2</sup>земної поверхні. Тобто, досить всього 5% цієї площі, щоб за рахунок сонячної енергії, що знімається з її, задовольнити енергетичні потреби людини.

## **2.2. Сонячні водопідігрівники (геліоводопідігрівники).**

Перетворення сонячної енергії в теплову забезпечується за рахунок здатності атомів речовини поглинати електромагнітне випромінювання. При цьому енергія електромагнітного випромінювання перетворюється в кінетичну енергію атомів і молекул речовини, тобто в теплову енергію. Результатом цього є підвищення температури тіла.

Для енергетичних цілей найбільш розповсюджено використання сонячного випромінювання для нагрівання води в системах опалення і гарячого водопостачання. Основним елементом сонячної нагрівальної системи є приймач, у якому відбувається поглинання сонячного випромінювання і передача енергії рідини. Найбільш розповсюджені плоскі (нефокусуючі) приймачі, які дозволяють збирати як пряме, так і розсіяне випромінювання й, у силу цього, здатні працювати також і в хмарну погоду. Вони мають невисоку вартість і є кращими при нагріванні рідин до температур нижче 100°C .

Деякі види сонячної нагрівальної системи:

- відкритий резервуар на поверхні землі (наприклад, басейн) - найпростіший можливий нагрівач води. Підвищення температури води обмежено високим коефіцієнтом відзеркалення поверхні води, тепловіддачею до землі і повітря, витратою частини поглиненого тепла на випар води;

- відкритий резервуар (теплоізольований від землі). Підвищення температури води обмежено високим коефіцієнтом відзеркалення поверхні води, тепловіддачею до повітря, витратою частини поглиненого тепла на випар води;

- чорний резервуар (рідина знаходиться в ємності з чорною матовою поверхнею), звичайно розташовуваної на даху будинку. Втрати тепла на випар відсутні, коефіцієнт поглинання чорної поверхні близький до одиниці. Нагрівачі цього типу недорогі, прості у виготовленні, дозволяють нагрівати воду до температури близько 45°C. Широке поширення одержали в Японії, Ізраїлі;

- чорний резервуар (з теплоізольованим дном). Дозволяє зменшити майже в два - три рази втрати тепла, які мають місце в попередній конструкції.

Для досягнення цього досить всього декількох сантиметрів ізолюючого шару (практично, будь-якого пористого матеріалу з розміром пір до 1 мм.), що укладається на дно ємності;

- закриті чорні нагрівачі (ємність нагрівача міститься в контейнер із прозорою для сонячного випромінювання кришкою, кращим матеріалом для якої є скло). Дозволяють виключити тепловіддачу від приймача в повітря, особливо, у вітряну погоду;

- металеві проточні нагрівачі (вода протікає по паралельним трубкам, закріпленим на зачерненій металевій пластині). Звичайно діаметр трубок складає близько 2 см, відстань між ними 20см, товщина пластини 0,3см. Пластину з трубками для захисту від вітру поміщають у контейнер зі скляною кришкою.

Характеристики проточного нагрівача можуть бути поліпшені за рахунок зменшення конвективного переносу між прийомною пластинною і скляною кришкою та радіаційних втрат від пластини, а також використання вакуумірованих приймачів, у яких заповнена рідиною чорна трубка міститься у середині зовнішньої скляної трубки й у просторі між ними створюється вакуум. Останнє виключає конвективний перенос тепла через зовнішню поверхню.

Нагріту в проточному нагрівачі рідину можна використовувати відразу чи запасати. Прокачування нагрітої рідини може здійснюватися як примусово, так і природною циркуляцією (конвекцією). В останньому випадку нагрівач повинний знаходитися нижче нагромаджувача нагрітої води. Швидкість прокачування вибирають такою, щоб температура води підвищувалась приблизно на 4°C при кожному проході через нагрівач.

Перевагою системи з примусовою циркуляцією є: можливість використання існуючих водонагрівальних систем шляхом введення до їх складу приймача сонячного випромінювання і насосу; немає необхідності розташовувати накопичувальну ємність вище приймача. Недолік - залежність від електроенергії, споживаної насосом.

### **2.3. Підігрівники повітря**

Сонячне випромінювання можна використовувати для підігріву повітря, просушування зерна, для обігріву будинків. Для останніх у кліматичній зоні України витрачається більше третини усіх первинних енергетичних ресурсів. Часткове розвантаження енергетики, пов'язане з проектуванням чи перебудовою будинків шляхом використання сонячного тепла, дозволяє заощадити значну кількість енергоносіїв систем теплопостачання.

Теплопровідність повітря набагато нижче, ніж води. Тому нагрівачі такого типу виготовляють з шорсткуватими прийомними поверхнями, які мають велику площу теплообміну, що дозволяє за рахунок турбулізації потоку значно підвищити інтенсивність тепловіддачі.

### **2.4. Акумулятори теплової енергії**

Застосування стандартних нагрівачів виявляється занадто дорогим для нагрівання великих обсягів рідини до температур  $\leq 100^{\circ}\text{C}$ . В цьому випадку

ефективне застосування «сонячного ставка» , який являє собою оригінальний нагрівач, де теплозахисною поверхнею є вода.

В «сонячний ставок» (достатньо велику водойму, яка може бути вирита просто в землі) заливається кілька шарів води різного ступеня солоності. Шар найбільшої солоності, товщиною приблизно 0,5 м, розташовується на дні і нагрівається за рахунок сонячного випромінювання, яке поглинається дном водойми.

Таким чином, у неоднорідній водоймі придонний шар води більш солоний, чим шар над ним, і його щільність хоча і зменшується при нагріванні, але залишається вище щільності більш високого шару. Відсутність конвекції, що має місце в даному випадку, веде до того, що придонний шар нагрівається усе сильніше. Використання розчинів, щільність яких підвищується при нагріванні, дозволяє мати стабільні сонячні ставки, в яких досягається рівноважна температура 90°C и вище. Наприклад, сонячний ставок у Ейн - Бореке (Ізраїль) виробляє 150 кВт електроенергії з площі 0,74 га при вартості 0,1 долар США за 1 кВтч.

## **2.5. Біоенергетика**

Складний комплекс речовин, з яких складаються рослини і тварини, прийнято називати біомасою, основа якої - органічні сполуки вуглецю. Унікальна роль вуглецю в живій природі обумовлена його властивостями, якими в сукупності не володіє жоден інший хімічний елемент. Між атомами вуглецю, а також між вуглецем і іншими хімічними елементами утворюються міцні хімічні зв'язки, які можуть бути розірвані у відповідних фізіологічних умовах. Органічні сполуки вуглецю в процесі з'єднання з киснем при згорянні чи в процесі природного метаболізму виділяють тепло.

Первісна енергія системи біомаси – це кисень, що виникає в процесі фотосинтезу під дією сонячного випромінювання, що є природним варіантом перетворення сонячної енергії. Доречно згадати, що біомаса є основною вихідною речовиною для утворення викопних палив (торфу, вугілля, нафти, газу). Рослинний матеріал, який накопичувався на протязі мільйонів літ на поверхні Землі, у результаті біохімічного розкладання перероблявся в торф. Торфоутворення і торфонакопичування завершувалися перекриттям торфовища опадами, що утворили породи покрівлі. Далі при відносно невисоких температурах і тиску біохімічні процеси приводили до перетворення торфу в буре вугілля, яке у результаті тривалого впливу підвищених температур і тиску перетворилось в кам'яне вугілля, а останнє - в антрацит. Аналогічним чином з останків морських тварин, нижчих організмів і рослинних залишків, що також протягом мільйонів років накопичувались та піддавались дії тиску порід, утворилась нафта.

Промислове використання енергії біомаси може бути дуже значним. Наприклад, за рахунок відходів виробництва цукру в країнах, що його поставляють, покривається до 40% потреб у паливі. Застосування біопалива у вигляді дров, гною і бадилля рослин має першочергове значення в домашньому господарстві приблизно 50% населення планети. Але для того щоб

розглядати біомасу як поновлюване джерело енергії, необхідно забезпечити її виробництво принаймні на одному рівні зі споживанням. Для людства страшне те, що в даний час витрата деревного палива значно випереджає його відтворення. Чиста питома енергія, яку можна одержати при спалюванні, коливається від 10 МДж/кг (сира деревина) до 40 МДж/кг (жири, нафтоподібні речовини) і 55 МДж/кг для метану. Теплота згоряння сухої біомаси, що є власне кажучи вуглеводами, складає близько 20 МДж/кг.

Концепція Енергетичної програми України до 2030 року передбачає перелік великомасштабних заходів в галузі біоенергетики. Вважається, що застосування біоенергетичних установок по переробці відходів тваринництва дозволить істотно поліпшити екологічний стан поблизу великих тваринницьких комплексів, де зібрана величезна кількість непереробної біомаси. Крім того, можна розраховувати на одержання високоякісних органічних добрив і за рахунок виробництва біогазу забезпечити економію традиційного палива.

Щорічно накопичується велика кількість твердих побутових відходів, які направляються на смітники і сміттяпереробні заводи. Потенційна енергія, укладена в них, еквівалентна сотням тисяч тон умовного палива. Відзначимо, що у світовій практиці одержання енергії з твердих побутових відходів здійснюється в основному спалюванням і газифікацією. У Японії, Данії і Швейцарії спалюється близько 70 %, у Німеччині – 30%, Італії – 25%, США - близько 14 %.

Як сировину для одержання рідкого і газоподібного палива можливе застосування біомаси швидкозростаючих рослин і дерев. Для цих цілей вважається доцільним використовувати площі вироблених торф'яних родовищ, не придатні для вирощування сільськогосподарських культур, а також площі чорнобильської зони.

## Лекція 3. Енергетичний баланс промислового підприємства

### План

1. Енергетична політика підприємства. Вибір типу енергоносія
2. Енергетичний баланс підприємства. Модернізація системи підприємства.

#### 1. Енергетична політика підприємства. Вибір типу енергоносія

Енергетична політика підприємства представляє собою низку задекларованих правил поведінки в енергетичній, політичній, економічній і частково в екологічній галузях діяльності підприємства. Енергетична політика підприємства розробляється відповідно до поставлених цілей та задач підприємства. Кожне підприємство має власні інтереси та власний погляд на шлях досягнення поставлених цілей, а отже і енергетична політика готується індивідуально для кожного окремого випадку. Але які б цілі та задачі не ставило перед собою підприємство існують загальні принципи складання енергетичної політики а саме:

- гласність – енергетична політика не повинна містити таємних пунктів;
- чіткість і конкретність – задекларовані в енергетичній політиці правила не повинні бути суперечливими при відображенні інтересів підприємства;
- законність діяльності – відповідність діяльності підприємства існуючому законодавству;
- екологічність – негативний вплив діяльності підприємства на навколишнє середовище має бути зведений до мінімуму.
- енергоощадливість – забезпечення необхідних об'ємів виробництва при мінімальних витратах енергії.

Ефективна енергетична політика підприємства є запорукою прибуткового виробництва.

Енергетична політика повинна вирішувати наступні питання:

- забезпечення стабільної роботи енергетичного оснащення з метою виготовлення високоякісної і конкурентоздатної продукції в достатній кількості;
- забезпечення надійного енергопостачання підприємств, раціональне і ефективне використання палива і енергії;
- організація створення нового енергозберігаючого оснащення і технології, їх впровадження і наукове забезпечення
- Забезпечення захисту екології, створення безпечних умов роботи при використанні енергетичного оснащення.
- розробка енергетичної стратегії до питань енергоефективності може допомогти в поліпшенні економічних показників підприємства. Це включатиме розподіл відповідальності на підприємстві і отримання "корпоративної підтримки" програми по енергоефективності, оскільки всі працівники повинні розуміти вигоди від поліпшення енергоефективності.

Без чітко впровадженої енергетичної стратегії підприємство не зможе розробити ефективну програму по енергоефективності. Енергетична стратегія підприємства повинна включати наступні питання:

1. Закупівля первинних ресурсів.
2. Їх перетворення на підприємстві.
3. Розподіл і постачання.
4. Використання енергії.
5. Загальний розподіл відповідальності керівної ланки за використання енергії.

Енергетична стратегія не повинна бути сформульована тільки на вартості енергії, вона повинна стати всеосяжним документом, що відображає те, як ухвалені рішення вплинуть на енергоефективність. Енергетична стратегія повинна включати ряд цілей, з якими зв'язатиметься робота підприємства, і встановлювати задачі для її поліпшення.

Одним із основних напрямків по зменшенню питомих витрат електричної енергії та енергоносіїв є розробка і впровадження заходів, спрямованих на раціональне її використання.

#### Вибір типу енергоносія.

Ключові елементи розгляду, що необхідні при виборі типу енергоносія.

- Установити стратегічний план;
- Проаналізувати стратегію закупівель;
- Проаналізувати поточні тарифи енергокомпаній;
- Провести енергетичний аудит можливостей підвищення ефективності;
- Проаналізувати моделі споживання;
- Оцінити внутрішньозаводську генерацію (самогенерацію);
- Розглянути можливість використання альтернативних палив;
- Можливість упровадження автоматичних засобів керування.

#### Установити стратегічний план

Із самого початку потрібно визначити енергетичні цілі. Деякі питання, що можуть допомогти:

- Наскільки сильно рахунок за енергію впливає на рівень виробництва?
- Чи передбачаються заздалегідь фіксовані платежі за енергію? · Чи містить фінансовий план кошти для проектів заощадження енергії?

#### Проаналізувати свою стратегію закупівель

##### *Природний газ*

Компанія може часто досягти успіху, провівши аналіз того, як вона купує природний газ. Розрахунок довгострокової стратегії покупок (хоч і займає багато часу) має переваги в порівнянні з щомісячними закупівлями, але деякі компанії продовжують купувати щомісяця і щорічно (за щомісячними оцінками).

##### *Електроенергія*

Сьогодні в наявності мається невелика кількість компаній, що можуть вибирати своїх постачальників електроенергії. Цим компаніям повідомляють у середньому про 2–5 різних постачальників електроенергії.

Багато учасників ринку нездатні порівняти і вибрати "яблуко з яблук". Українська важлива оцінка енергетичної компанії, на яку можна поклатися в спірних випадках, і яка допоможе орієнтуватися в ринковому середовищі. Потрібна буде докладна інформація про використання енергії, розуміння моделей використання необхідних для максимізації заощаджень.

#### Проаналізувати поточні тарифи енергокомпаній

Кожна енергокомпанія має свої власні тарифи, що засновані на цілій низці факторів, включаючи тип замовника (житловий сектор, комерційний, промисловий) і обсяг споживання. Тарифи часто важко зрозуміти замовникам, для яких обґрунтування тарифів не є частиною щоденної роботи. Оскільки бізнес розвивається, звичайно потрібно небагато уваги, щоб зрозуміти, коли підходять конкретні тарифи. Компанія може прийняти тариф, що не підходить іншим. Ця можливість заощаджень дуже часто не враховується.

#### Провести енергетичний аудит можливостей ефективності

Як і всі інші продукти, енерговитрати є функцією споживання і цін. Зниження цін – це тільки половина рівняння. Для оцінки можливостей зниження споживання енергії підприємства потрібно провести енергетичного аудита кваліфікованим інженером-енергетиком. Аудит перевіряє моделі споживання енергії і енергоспоживаюче устаткування (котли, холодильники, освітлювальну апаратуру і так далі) для розробки рекомендацій з поліпшення енерговикористання і зменшення витрат.

#### Проаналізувати моделі споживання

Компанія повинна установити, на якому основному рівні здатне працювати устаткування, це мінімізує можливість появи піків споживання. До того ж фактичний хід процесів можна переглядати при впровадженні змін, що мінімізують споживання енергії – і зберігають гроші.

#### Оцінити внутрішньозаводську генерацію (самогенерацію)

Альтернативою закупівлі енергії від енергокомпанії або постачальника енергії може бути самогенерація енергії. Самогенерація енергії загалом, або зокрема, відповідно до вимог до енергії компанії, часто призводить до витрат на одиницю енергії меншим, чим найкращі пропозиції постачальника. Велика частина енергокомпаній недоброзичливо відноситься до самогенерації, оскільки вона призводить до великих утрат доходів енергокомпаній.

#### Розглянути можливість використання альтернативних палив

Можливість використання альтернативного палива (АП) дуже важлива для багатьох компаній. Для деяких підприємств АП може надати енергію для основної роботи, у той час, як для інших АП служить резервним джерелом енергії.

Іншою основною перевагою установки джерела АП є можливість компанії купувати АП на підставі безперервного (тобто гарантованого) постачання, що саме по собі дає значимі заощадження для компанії.

#### Можливість упровадження засобів керування

Професіонали-енергетики вважають, що одним з найбільш критичних елементів успішної енергетичної програми є загальне розуміння моделей використання енергії. При можливості забезпечення постачальників енергії докладними даними по споживанню енергії, вони зможуть розробити послуги "за замовленням" для максимізації ваших можливостей заощадження. Більшість компаній сьогодні використовують стандартні лічильники для одержання даних споживання енергії.

Розширені засоби керування можуть аналізувати моделі споживання реального часу і визначати, коли компанія переходить заздалегідь визначений поріг споживання. Не дозволяючи компанії перевищити цей поріг, засіб керування автоматично накаже визначеним, заздалегідь зазначеним, частинам устаткування тимчасово змінити режим роботи (виключає його на кілька хвилин і так далі). Такий "інтелектуальний лічильник" або розширений засіб керування, і надалі керує устаткуванням (повторним включенням через кілька хвилин і так далі). Такий засіб інтелектуальний і може пророчити, коли компанія досягне порога споживання, ґрунтуючись на моделях споживання, погодних умовах, дні тижня, часу дня й іншій статистиці. Застосування таких даних може привести до істотних заощаджень.

## **2. Енергетичний баланс підприємства. Модернізація системи підприємства**

**Енергетичний баланс підприємства** – це система показників, що відображають кількісну відповідність між надходженнями та витратами всіх видів енергетичних ресурсів на промислових енергетичних об'єктах. Основні положення, щодо енергетичного балансу підприємства відображені в ДСТУ 28-04-94 "Енергетичний баланс промислового підприємства. Загальні положення, терміни та визначення".

Виділяють наступні види енергетичних балансів:

- **оптимальний енергетичний баланс** – баланс, що складається для визначення енергопостачання об'єкта, за яким вироблення продукції можна здійснити з мінімальними витратами, при встановлених оптимальних режимах обладнання, виборі найекономічнішого енергетичного ресурсу, встановлених економічних режимах роботи генеруючих установок;

- **фактичний енергетичний баланс** – баланс, що відображає реальний стан використання енергетичних ресурсів, всі виправдані та невиправдані втрати. ▪ Енергетичний баланс в робочій формі – баланс у витратній частині якого зображається розподіл енергоресурсів, що виробляються чи надходять з інших джерел, за виробничо – територіальною та цільовою ознакою, без розподілу їх витрати на корисну складову та втрати;

- **частковий енергетичний баланс** – баланс, що складається для окремих видів палива, енергії чи енергетичних носіїв. Він складається в грошовій, натуральній формах або у відсотках;

- **зведений баланс** – баланс, що складається із часткових балансів.

- Баланс витрат на енергетичні ресурси – енергетичний баланс в грошовій формі.

Існують 3 форми складання енергетичного балансу:

- **експериментальний** – ґрунтується на проведенні випробувань електроустановок, замірах по обліку використання енергетичних ресурсів.
- **Розрахунковий** – баланс, що складається на підставі фізико-хімічних функцій та залежностей;

- **розрахунково-експериментальний** – поєднує в собі два попередні. Ведення аналізу енергетичного балансу – процедура, що полягає у визначенні основних споживачів енергетичних ресурсів для вироблення пріоритетних напрямків в області енергозбереження.

Виділяють прибуткову і витратну частини енергетичного балансу. Прибуткова – характеризує структуру видобутку і виробництва всіх видів енергетичних ресурсів і енергії, надходжень їх з боку і перехідні залишки. Видаткова характеризує структуру і напрями використання всіх видів енергії, включаючи втрати, відпуски на сторону і перехідні залишки. Слід зазначити, що втрати неминучі в будь-якому виробництві.

Дані енергобалансу служать основою для розрахунку ряду показників. Так, відношення енергії, одержаної від електроцентралей і енергосистем, до всієї кількості енергії, спожитої на підприємстві (коефіцієнт централізації електропостачання), показує, яка частина спожитої електричної енергії вироблена

на спеціалізованих енергетичних підприємствах, де вона виробляється з якнайменшими витратами.

#### Аналіз енергетичного балансу підприємства

Ефективним напрямом дослідження енергетичних балансів є метод, заснований на розрахунку коефіцієнтів корисної дії (ККД) окремих енергоносіїв і всього енергетичного господарства підприємства. Розрахунок ККД проводиться за даними витратної частини балансу, складеного по цільових витратах палива і енергії.

Наступний напрям аналізу енергетичного балансу промислового підприємства полягає у визначенні зв'язку енергетики з основними показниками господарської діяльності і оцінці взаємного впливу енергетики і економіки виробництва. Цей напрям аналізу передбачає розрахунок узагальнених енергоекономічних характеристик підприємства, з яких найважливішими є: електро- і енергоозброєність праці; енерго-, електро- і теплоємність продукції; енерго-, електро- і теплозабезпеченість основних виробничих фондів; теплоелектричний і електропаливний коефіцієнти.

Електробаланс відображає відповідність надходжень та витрат в частині використання електричної енергії. Він використовується для організації робіт з економії електроенергії, необхідно знати її розподіл як по підприємству так і по окремим технологіям та агрегатам. Електробаланс дозволяє виявити втрати та оцінити ефективність того чи іншого заходу з економії електроенергії.

Всякий електробаланс складається з двох частин: приходної та витратної. В приходній частині електробаланса вказується електроенергія або

потужність (активна і реактивна), що надходить від енергопостачальної організації. У витратній частині вказуються корисні (технологічно необхідні) витрати електроенергії і втрати електроенергії.

В залежності від галузі промисловості, специфіки технології та обладнання відношення окремих статей витратної частини електробалансу до його приходної змінюється, що дозволяє акцентувати увагу енергоменеджерів на необхідності реалізації енергозберігаючих заходів для зниження за окремими статтями витратної частини електробалансу.

Завданням складання електробалансу є: виявлення і надходження витрат електроенергії по статтям, щоб чітко виділити витрати електроенергії на основну продукцію підприємства; визначення дійсних питомих витрат електроенергії на одиницю продукції підприємства; виявлення можливостей економії електроенергії.

Звітність за пророблену роботу у напрямі впровадження енергозберігаючих заходів

Кожен звітний період управління головного енергетика складає відомості про виконані на підприємстві енергозберігаючі заходи. Тут наведений приклад такого звіту, який містить у собі інформацію про енергозберігаючі заходи, місце їх впровадження та кількісні характеристики ефективності їх роботи, тобто економія по різних показниках.

Необхідність такої звітності полягає в можливості оцінки ефективності проведених заходів задля планування втілення подібних у суміжних виробництвах. Або, наприклад, при проведенні поетапного втілення проекту з енергозбереження на певному підприємстві – також потрібно складання таких відомостей, які являють собою частину проекту, бо містять інформацію про отриману економію в фінансовому та енергетичному еквівалентах.

## Лекція 4. Енергоощадні технології в паливо- та ресурсовидобувній промисловості

### План

1. Безвідходні технології в паливо- та ресурсовидобувній промисловості як основний важіль економії ресурсів

2. Сучасні технології видобування нафти та вугілля

#### **1. Безвідходні технології в паливо- та ресурсовидобувній промисловості як основний важіль економії ресурсів**

У науково-технологічному аспекті питання підвищення ефективності використання природних ресурсів зводиться до розробки та впровадження мало- і безвідходних ресурсо- і енергозберігаючих технологій, в рамках яких забезпечується найбільш повне, раціональне використання ресурсів і принципів безвідходності, є основою підвищення ефективності виробництва, що дозволяє комплексно вирішувати проблему ресурсозабезпечення економіки і охорони навколишнього природного середовища.

При вирішенні проблеми безвідходності виробництва слід мати на увазі дві сторони єдиного процесу. Перше — це найбільш раціональний видобуток та повне використання ресурсів і як наслідок зменшення утворення відходів. Друге — це розширення використання відходів, що утворюються. Ці шляхи не виключають, а взаємно доповнюють один одного.

Поняття безвідходних технологій дещо умовне, оскільки повної безвідходності досягти практично неможливо. Коректніше говорити про маловідходні технології. При цьому мається на увазі можливість створення технологічних систем, вплив яких на природу не перевищуватиме її відновлювального потенціалу.

В основу концепції безвідходних технологій лягли три основні положення, а саме:

- створення максимально замкнених систем, організованих за аналогією з природними екосистемами;
- раціональне використання всіх компонентів сировини;
- неминучі впливи на навколишнє середовище не повинні порушувати його функціонування.

Безвідходне виробництво передбачає встановлення повного контролю над рухом матеріальних ресурсів на всіх стадіях: видобутку сировини, її виробничої переробки, споживання, утилізації відходів виробництва і споживання. Безвідходні технології стають ефективними навіть у тих випадках, коли собівартість одержаної продукції стає вищою. Проте необхідно, щоб перевитрати виробництва були меншими, ніж економія на зменшенні збитків від забруднення навколишнього середовища.

Впровадження безвідходних технологій є також шляхом значного розширення ресурсних можливостей людства. Особливо красномовно це видно

на прикладі мінерально-сировинної бази. Маються на увазі зокрема можливості підземної газифікації вугілля. Далі за потенціалом стоїть впровадження геотехнологічних засобів видобування корисних копалин — підземного вилуговування металів, солей; мікробіологічні технології вилучення корисних компонентів з руд; освоєння гідромінеральних ресурсів, в тому числі морської води і розсолів для вилучення металів та солей.

Новітні технології видобутку нафти і газу спроможні оживити і надати друге життя багатьом старим, начебто вичерпаним родовищам. Стосовно діючих вони дозволяють підвищити вилучення нафти з продуктивних пластів зі звичних зараз 35—40 % до 60—65 % і більше.

*Освоєння геотермальних ресурсів* — передусім Карпат, Криму та низки інших регіонів — є також потужним додатковим джерелом енергоресурсів. Перші свердловини термальних вод уже живлять тепломережі деяких населених пунктів, обслуговують парникові господарства тощо.

*Комплексне використання сировини.* Одним із напрямків науково-технологічного прогресу, що забезпечує охорону навколишнього середовища і раціональне використання природокористування, є комплексне використання природних ресурсів. Комплексне використання — це найповніше, економічно найдоцільніше використання всіх корисних компонентів, що містяться в сировині, а також використання залишкових продуктів (в будівництві тощо). Майже всі види сировини мінерального і органічного походження містять супутні компоненти.

Як приклад візьмемо мінеральну сировину. В природі практично не існує монокомпонентних її видів. Нафта, вугілля, залізні і марганцеві руди, титанові, ртутні, калійні, нікелеві, уранові руди, первинні каоліни у своєму складі мають у відносно підвищених концентраціях цінні компоненти, а саме:

- нафта містить деякі кольорові метали, перш за все ванадій і нікель;
- вугілля Донбасу характеризується високим вмістом германію, ртуті, молібдену, миш'яку, меншою мірою рідкісноземельних металів, літію, рубідію, цезію та деяких інших;
- залізні руди містять германій, скандій, ванадій, золото, срібло, а також вісмут, стронцій, нікель, титан, уран;
- ртутні руди — сурму, золото, срібло;
- марганцеві руди — ітрій, рубідій, стронцій, свинець, цинк;
- каоліни — рідкісноземельні елементи.

Повнота вилучення цінних компонентів залежить від суспільної потреби в них та рівня розвитку техніки і технології, що дозволяють економічно виправданим шляхом їх отримувати.

У гірничодобувній та переробній промисловості повна і комплексна розробка родовищ та використання сировини передбачає підвищення коефіцієнта вилучення запасів корисних копалин із надр, використання розкритих і супутніх порід, продуктів збагачення, застосування більш глибоких методів переробки задля більшого виходу готового продукту (концентрату) та вилучення всіх супутніх компонентів.

В лісовій і деревообробній промисловості комплексне використання сировини передбачає максимальний вихід продукції з кожного куб. м деревини, використання таких продуктів лісозаготівлі і деревообробки, як зменшення відходів на всіх стадіях технологічних процесів.

Комплексне використання сировини передбачає поряд із наявністю відповідної техніки і технології повну інформацію про кількість і якість природних ресурсів, матеріалів (первинних і вторинних), їх вартісну оцінку та вартість продукції, що може бути з ним отримана.

Замкнені водооборотні системи. Одним з напрямів безвідходного виробництва є створення водооборотних систем, в основі функціонуванні яких лежить багаторазове використання води, після чого чисті води повертаються у водойми. Методи очищення води повинні забезпечувати одночасне вилучення та утилізацію цінних компонентів. Що більша кратність використання води, то досконаліша система водопостачання. На окремих підприємствах Японії та США кратність використання водних ресурсів становить 22—27 разів.

У гірничовидобувній промисловості ресурсозберігаючий ефект дає впровадження малоопераційних технологічних систем (гідровидобування вугілля чи метод підземної виплавки сірки), а також впровадження технології комплексної переробки сировини.

При видобуванні металевої сировини найефективнішими напрямами (з урахуванням подальших переділів) є підвищення глибини збагачення сирової руди та підвищення вмісту цільового компонента в товарній руді

## **2.Сучасні технології видобування нафти та вугілля**

### **2.1. Технології видобування нафти**

**Нафтовидобування** — технологічний процес видобування нафти і супутніх нафтових газів із земних надр, збирання цих продуктів і попереднє очищення їх від води та твердих домішок. Основні способи нафтовидобування:

- *фонтанний* (з використанням природного фонтанування нафти);
- *компресорний*;
- *глибинонасосний* (найпоширеніший — із застосуванням занурених у бурову свердловину штангових та інших насосів).

З видобутої нафти в сепараторах відокремлюють супутній газ і тверді домішки, на спеціальних установках її зневоднюють і знесолюють, після чого перекачують по нафтопроводах за призначенням.

Добування нафти із свердловин відбувається або за рахунок природного фонтанування під дією пластової енергії, або шляхом використання одного з декількох механізованих способів підйому рідини.

На початковій стадії розробки родовищ переважає фонтанний видобуток, а в міру ослаблення фонтанування свердловину переводять на механізований спосіб видобутку.

До механізованих способів відносяться: газліфтний або ерліфтний, і глибинно-насосний (за допомогою штангових, погрузних електроцентробіжних, гідропоршневих і гвинтових насосів). Штангові глибинно-насосні свердловини складають до 50 % усіх експлуатованих свердловин, 15,0 % фонтанні, 12 % свердловини з зануреними електроцентробіжними насосами, 30 % газліфтні свердловини. Способами експлуатації свердловин, що розвиваються є газліфтний, і спосіб, із застосуванням заглиблених електроцентробіжних насосів, який дозволяє відбирати із свердловин велику кількість рідини (води і нафти).

В США 8 % свердловин експлуатуються фонтанним способом і 92 % — механізованим. На родовищах нафти Близького Сходу велика частина свердловин експлуатується фонтанним способом.

За способами вилучення свердловини рідини сучасні методи нафтовидобутку діляться на:

- Фонтан (вихід флюїду відбувається за рахунок різниці тиску в продуктивному пласті і тиску на гирлі свердловини)
- газліфт
- Насосно-компресорний видобуток, в тому числі з використанням різних видів насосів:
  - установка електровідцентрового насоса (ЕВЦН);
  - установка гвинтового насоса (ГВН);
  - установка нафтового свердловинного насоса (ШСН).

Перспективним також є використання при видобутку нафти глибинної теплоти Землі. Геотермальна енергія дозволить прогрівати стволи експлуатаційних свердловин і закачану у привибійні пласти пару. Вона може бути використана також для теплової дії на нафтові пласти гарячою водою при різних схемах заводнення, у тому числі для прогріву пласта закачуванням пари. Проте використання природних термальних вод і пари обмежується тим, що нафтові родовища не завжди розташовуються в районах геотермальних джерел. Вихід із цього становища бачиться в тому що, як, джерело гарячої води і пари можуть використовуватися штучно створювані підземні теплові котли (теплообмінники).

## **2.2. Сучасна технологія видобування вугілля**

Для видобування вугілля з великих глибин здавна використовується *шахтовий метод*.

Протягом останніх років розробляються технології *підземної газифікація вугілля*.

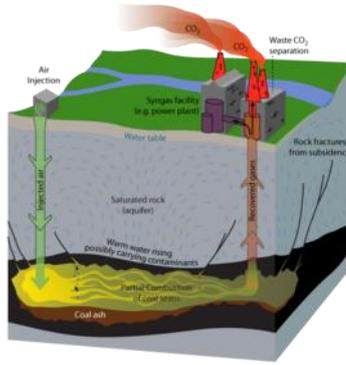


Рис.1. Підземна газифікація вугілля

**Підземна газифікація вугілля** — фізико-хімічний геотехнічний процес, що включає буріння свердловин для подачі повітряного або парокиснево-повітряного дуття та відводу газу, що утворюється, створення в пласті між свердловинами реакційних каналів, в яких вугілля взаємодіє з потоками газу. Ці канали виконуються шляхом збійки свердловин. Через бурові свердловини до пластів вугілля постійно подають повітря, рідше — його суміш з киснем: відбувається взаємодія оксидів вуглецю і водяної пари, що утворилися в зоні спалювання вугілля, з вуглецем стінок пласта. Одержані горючі газу використовують як паливо, іноді — як технологічну сировину. Переваги ПГВ: невеликий обсяг підземних робіт, малий вплив на довкілля, мала собівартість одержуваного палива. Недоліки: невелика теплота згоряння газу (3,3 МДж/м<sup>3</sup> для бурого і до 5 МДж/м<sup>3</sup> для кам'яного вугілля), труднощі контролю розповсюдження фронту газифікації.

Сучасні газогенератори володіють потужністю для трансформації твердого палива у газ з продуктивністю від 60000 м<sup>3</sup>/год до 80000 м<sup>3</sup>/год. Техніка газифікації розвивається в напрямку підвищення продуктивності (до 200000 м<sup>3</sup>/год) і збільшення ККД (до 90%) шляхом підвищення температури і тиску при здійсненні даного технологічного процесу (до 2000°C та 10 МПа відповідно). Постійно проводяться дослідження з підземної газифікації вугілля, видобуток яких з різних причин є економічно не вигідним.

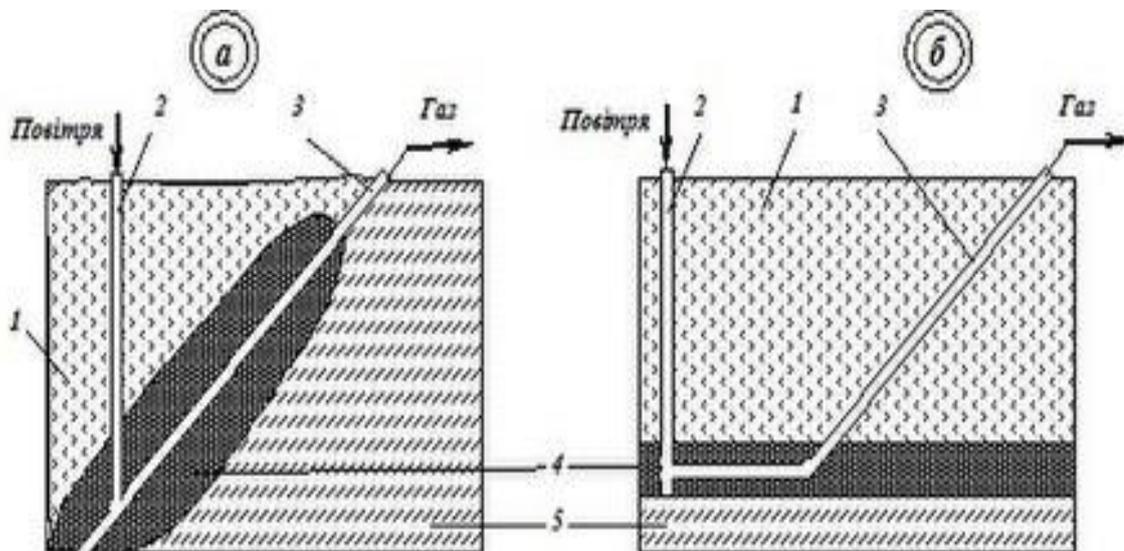


Рис. – Схеми газогенераторів. *а* – з ізолюваними каналами для похилих пластів; *б* – з ізолюваними каналами для горизонтальних пластів. 1 – надстилюча порода; 2 – повітроподавальна свердловина; 3 – розпалювальна свердловина; 4 – вугільний пласт; 5 – підстилюча порода.

Видобування вугілля, що знаходиться на малих глибинах проводять також у *вугільних розрізах* (вугільних кар'єрах) — гірничих підприємствах, призначених для розробки твердого викопного палива відкритим способом.

Крім горючого газу на поверхню видаються такі речовини як феноли, бензоли, піридини, жирні кислоти, сірка та ін. При підземній газифікації отримують в 1,5 — 3 рази більше аміаку, в 1,5 — 10 разів більше піридинових основ ніж при коксуванні.

При підземній газифікації можна виробляти газ для енергетичних і технологічних потреб. Звичайно станція підземної газифікації складається з цехів: компресорного, газогенераторного, очистки і охолодження газу, транспортування газу. Отриманий газ очищують від пилу в циклонах. Охолодження газу починають в газовідвідних свердловинах розпилюванням води. В процесі очистки і охолодження газ охолоджують водою в скруберах, потім в електрофільтрах, після чого направляють в скрубери сіркоочищення, де з газу вилучають сірководень. Вода зі скруберів охолоджується в градирні, а тверда фаза з неї видаляється в згущувачах.

## Лекція 5. Енергоощадні технології в енергетиці

### План

1. Стан і перспектива розвитку електростанцій України
2. Застосування нетрадиційних паливних ресурсів в енергетиці
- 1. Стан і перспектива розвитку електростанцій України**

Розвиток електроенергетичної галузі відбувається відповідно Закону України «Про ринок електричної енергії». Основне завдання галузі полягає в тому, що необхідно підвищити ефективність електропередачі.

#### **1.1. Теплові електростанції**

ТЕС складають основну частку в структурі встановленої потужності енергосистеми. У свою чергу, основу ТЕС складають блокові станції одиничною потужністю понад 1000 МВт, в т.ч. Запорізька ТЕС потужністю по 3600 МВт.

На 14 ТЕС в експлуатації перебувають близько 100 енергоблоків одиничною потужністю від 150 до 800 МВт, в т.ч. : 6 блоків 150 МВт; 43 блоку 200 МВт; 42 блоку 300 МВт; 8 блоків 800 МВт.

Найбільш великі ТЕЦ: Київські ТЕЦ-5 (700 МВт) і ТЕЦ -6 (500 МВт), Харківська ТЕЦ-5 (470 МВт). На цих станціях встановлено 5 високоекономічних теплофікаційних блоків 250/300 МВт. Сумарна потужність промстанцій - 3400 МВт. В експлуатації перебувають близько 70 станцій, потужність більшості з яких складає менше 50 МВт.

На перспективу зберігається пріоритетна роль ТЕС у розвитку і функціонуванні галузі. Завданням найближчих років є підтримання працездатності діючих ТЕС шляхом поузлової заміни відпрацьованих деталей турбін і котлів. У цей же період необхідно здійснити виведення з експлуатації частини фізично зношеного та морально застарілого обладнання. Це дозволить скоротити витрати на ремонт і експлуатацію та використовувати частину демонтується обладнання в якості запчастин для залишаються в роботі електростанцій.

У перспективі передбачається широкомасштабна реконструкція та переоснащення станцій на базі сучасних технологій, спрямованих на продовження їх терміну служби на 20-25 років, поліпшення технікоекономічних показників з урахуванням сучасних екологічних вимог. При проведенні переоснащення передбачається максимальне використання вугілля власного видобутку і обладнання, виробленого національним енергомашинобудівним комплексом. Розвиток теплофікації намічається за

рахунок введення теплофікаційних потужностей в найбільш великих містах: Києві, Харкові, Дніпрі.

### **1.2. Атомні електростанції**

На початок 2000 року в експлуатації перебувало п'ять АЕС сумарною потужністю 12835 МВт, в т.ч. Запорізька - 6000 МВт, Південно-Українська - 3000 МВт, Рівненська - 1 835 МВт, Хмельницька - 1000 МВт, Чорнобильська - 1000 МВт. На АЕС встановлено 12 реакторів одиничною потужністю 1000 МВт і 2 реактора 400-440 МВт. У середині грудня 2000 Чорнобильська АЕС була виведена з експлуатації, і сумарна потужність АЕС знизилася до 11800 МВт. У період до 2005 року відбулося розширення Рівненської та Хмельницької АЕС шляхом установки 2-х енергоблоків потужністю по 1000 МВт. І розширення Хмельницької АЕС до 4000 МВт в період до 2010 року. При цьому сумарна потужність АЕС в Україні досягла величини близько 16000 МВт. Ця величина визначена в якості граничної до кінця 2020 р.р.

### **1.3. Гідроелектростанції**

Сумарна встановлена потужність гідроелектростанцій в 2015 році склала 4 700 МВт, в т.ч.: Дніпровська - +1486 МВт; Кременчуцька -625 МВт; Канівська - 444 МВт; Каховська - 351 МВт; Київська - 361 МВт; Київська ГАЕС - 235,5 МВт; Дністровська - 702 МВт. На перспективу, у зв'язку з вичерпанням економічно ефективних гідроресурсів, розвиток гідроенергетики буде здійснюватися шляхом будівництва гідроакумулюючих станцій (ГАЕС), що дозволяють зрізати піки електричного навантаження і поліпшити режими роботи теплових станцій при проходженні нічних провалів навантаження шляхом вирівнювання добових графіків. У першу чергу, намічається введення Ташлицької ГАЕС (900 МВт) і Дністровської ГАЕС (2300 МВт). На перспективу розглядається питання про будівництво Канівської ГАЕС. Нетрадиційні джерела енергії [1.2] В умовах дефіциту і дорожчезні органічного палива, певна роль у розвитку енергосистеми відводиться нетрадиційним поновлюваним джерел енергії (вітроелектричних, геотермальним, та ін.). Найбільшого поширення набули спеціальні станції, сумарна потужність яких в 2015 р склала 12,75 МВт.

## **2. Застосування нетрадиційних паливних ресурсів в енергетиці**

### **2.1. Сонячні електростанції**

Концентрація сонячної енергії дозволяє одержувати температури до 700°C, що досить для роботи звичайного теплового двигуна з прийнятним коефіцієнтом корисної дії. Наприклад, параболічний концентратор з діаметром дзеркала 30 м дозволяє сконцентрувати потужність випромінювання порядку 700 кВт, що дає можливість одержати до 200 кВт електроенергії. Колектор передає сонячну енергію теплоносію (останній у цьому випадку може являти собою водяну пару високої температури), яка направляється в парову турбіну для вироблення електроенергії.

Для створення сонячних електростанцій великої потужності (порядку 10 МВт) можливі два варіанти: розосереджені колектори і системи з центральною сонячною вежею. Сонячна електростанція з розосередженими колекторами складається з безлічі невеликих концентруючих колекторів, кожний з яких незалежно стежить за Сонцем, передає енергію рідині (теплоносію), яка збирається від усіх колекторів в центральній енергостанції і надходить на турбіну електрогенератора. Сонячна електростанція з центральною вежею складається з плоских дзеркал, які розташовані на великій площі, стежать за Сонцем і відбивають сонячні промені на центральний приймач, розміщений на вершині вежі.

## **2.2. Пряме перетворення сонячної енергії в електричну (фотоелектричні перетворювачі).**

Найбільш оптимальним є пряме перетворення сонячної енергії в електричну, що стає можливим при використанні фотоелефекту.

**Фотоелефект** - електричне явище, яке відбувається при освітленні речовини, а саме: вихід електронів з металів (фотоелектрична емісія чи зовнішній фотоелефект); переміщення зарядів через границю розділу напівпровідників з різними типами провідності (р -n) (вентильний фотоелефект); зміна електричної провідності (фотопровідність).

При освітленні границі розділу напівпровідників з різними типами провідності (р-n) між ними встановлюється різниця потенціалів (фото ЕДС). Це явище називається вентильним фотоелефектом, на використанні якого засноване створення фотоелектричних перетворювачів енергії (сонячних елементів і батарей).

Сонячні елементи характеризуються коефіцієнтом перетворення сонячної енергії в електричну, котрий є відношенням падаючого на елемент потоку випромінювання до максимальної потужності електричної енергії, що виробляється. Кремнієві сонячні елементи мають коефіцієнт перетворення 10-15 % , тобто при освітленості 1 кВт/м<sup>2</sup> виробляють електричну потужність 1-1,5 Вт з кожного квадратного дециметра.

Типова структура сонячного елемента з р-n переходом і включає до себе: 1 - шар напівпровідника (товщиною 0,2-1,0 мікрон) з n провідністю; 2 - шар напівпровідника (товщиною 250 - 400 мікронів) з р провідністю; 3 - додатковий потенційний бар'єр (товщиною 0,2 мкм); 4 - металевий контакт з тильної сторони; 5 - сполучний провідник з лицьовою поверхнею попереднього елемента; 6 - протиотражальне покриття; 7- лицьовий контакт; 8 - провідник з'єднання з контактом наступного елемента. Сонячні елементи з'єднуються послідовно в сонячні модулі, які, в свою чергу, паралельно – в сонячні батареї.

Важливим показником, що характеризує можливість широкого використання фотоелектричних перетворювачів сонячної енергії в електричну є вартість 1 Вт максимальної потужності, яка на даний час дорівнює 0,8 доларів США. При повній вартості сонячних елементів 4 долари США за 1Вт, допоміжної апаратури - 2 долари США за 1 Вт, опроміненні

місцевості 20 МДЖ/м<sup>2</sup>у день та довговічності сонячних батарей 20 років вартість електроенергії складе приблизно 16 центів США за 1кВтч (4,4 центи за МДж). Така цілком конкурентоздатна з вартістю електроенергії, що виробляються дизель-генераторами у віддалених районах, де вартість доставки палива й обслуговування різко зростає. Слід очікувати, що в найближчий час сонячні батареї будуть широко використовуватись в освітлювальних системах, системах тепло- і водопостачання, в першу чергу, у сільських місцевостях .

Основними компонентами сонячної енергетичної установки є сонячна батарея з приладами контролю і керування, акумуляторна батарея, інвертор для перетворення постійного струму сонячної батареї в перемінний струм промислових параметрів, що споживається більшістю електричних пристроїв. Незважаючи на нерівномірність добового потоку сонячного випромінювання і його відсутність у нічний час, акумуляторна батарея за рахунок накопичення електрики, яка виробляється сонячною батареєю, дозволяє забезпечити безупинну роботу сонячної енергетичної установки.

### **2.3. Вітроенергетика**

Вітер – це рух повітряних мас земної атмосфери, викликаний перепадом температур в атмосфері через нерівномірне нагрівання її сонцем. Використання енергії вітру перетворення енергії сонця в механічну. Пристрої, що в свою чергу, перетворюють енергію вітру в будь – яку іншу (механічну, теплову, електричну), називають вітроенергетичними установками (ВЕУ).



Рис.3. Вітроенергетичні установки

Інтерес до ВЕУ різко зріс після енергетичної кризи 1973 року, коли різко підвищилась ціна на нафтопродукти. З того часу побудовано велику частину вітроустановок з широким використанням досягнень аеродинаміки, механіки, мікроелектроніки для контролю і керування. Вітроустановки потужністю від декількох кіловатів до мегаватів виробляються в Європі, США й інших частинах світу. Велика частина з них використовується для виробництва електроенергії як у складі енергосистеми, так і автономно.

Одна з основних умов при проектуванні вітроустановок - забезпечення захисту від руйнування сильними випадковими поривами вітру.

В середньому раз у 50 років у кожній місцевості бувають вітри зі швидкістю, яка у 5-10 разів перевищує середню. Тому вітроустановки проектують з великим запасом міцності, але максимальна проектна потужність визначається для стандартної швидкості вітру, за яку звичайно приймають 12 м/с.

ВЕУ потрібно встановлювати досить високо над місцевими перешкодами, щоб вітровий потік був сильним та однорідним з мінімальними змінами напрямку і швидкості, яка збільшується з висотою над поверхнею Землі. Найкращим місцем для розміщення ВЕУ є гладка куполообразна нічим не затінена височина. Бажано, щоб в радіусі декількох сотень метрів вона була оточена полями чи водяною поверхнею. Як правило, голівки вітроустановок знаходяться на висоті від 5 до 50 м.

У районах зі сприятливими вітровими умовами середньорічне виробництво електроенергії вітроустановками складає 25-35 % його максимального проектного значення, термін служби вітроустановок – 15-20 років, а вартість – від 1000 до 1500 доларів США за 1 кВт проектної потужності. Офіційні оцінки можливої частки вітроенергетики в енергетиці, наприклад, у Великобританії і Західній Німеччині, що не передбачають яких-небудь серйозних змін у сформованій інфраструктурі енергоспоживання, складають не менш 20 %.

Автономні вітроустановки дуже перспективні для заміни дизельних електростанцій і опалювальних установок, що працюють на нафтопродуктах, особливо у віддалених районах, і можуть бути призначені для безпосереднього виконання механічної роботи (наприклад, приводу водяного насоса) або для виробництва електроенергії. В останньому випадку вони приводять в дію електрогенератор і разом з ними називаються вітрогенераторами.

### **2.3.1. Принцип дії і класифікація ВЕУ**

Як уже було сказано, у вітроенергетичних установках енергія вітру перетворює в механічну енергію робочих органів. Первинним і основним з них є вітроколесо, що безпосередньо приймає на себе енергію вітру і, перетворює її в кінетичну енергію обертання. Обертання вітроколеса під дією вітру обумовлено тим, що на будь-яке тіло, яке обтікається потоком газу, діє сила  $P$ , яку можна розкласти на дві складові: - уздовж швидкості потоку (силу лобового опору  $F_0$ ), і у напрямку, перпендикулярному швидкості потоку, що набігає, піднімальною силою  $F_n$ . Величини цих сил залежать від форми тіла, орієнтації його в потоці газу і швидкості. Під дією цих сил вітроколесо приводиться в обертання. Вітроустановки класифікуються по двох основних ознаках: геометрії вітроколеса і його положенні щодо напрямку вітру. Якщо вісь обертання вітроколеса паралельна повітряному потоку, то установка називається горизонтально-осьовою, якщо перпендикулярна - вертикально-осьовою. Установки, що використовують силу лобового опору, як правило, обертаються з лінійною швидкістю, меншою швидкості вітру, а установки, що

використовують підйомну силу, мають лінійну швидкість кінців лопат, яка більше швидкості вітру.

Основними елементами вітроелектрогенераторів є: власне вітроустановка, електрогенератор, система керування параметрами генерувальної електроенергії в залежності від змінювання сили вітру та швидкості обертання колеса. Для виключення перебоїв в електропостачанні ВЕУ потрібні акумулятори електричної енергії або необхідно запаралелення з електроенергетичним обладнанням інших типів, тому що неминучі періоди безвітря.

Одним із засобів керування електроенергією вітру є випрямлення перемінного струму ВЕУ, а потім перетворення його в перемінний струм з заданими стабілізованими параметрами.

#### 2.4. Гідроенергетика

Використання енергії потоків води теж відоме віддавна.

Досвід багатьох країн доводить, що використання потенціалу малих річок на малих та мікро-ГЕС допомагає вирішити проблему поліпшення енергопостачання численних споживачів. Найбільш ефективні малі ГЕС, створені на існуючих гідротехнічних спорудах. В Україні налічується понад 63 тис. малих річок. Їх гідроенергетичний потенціал складає 30% від загального технічного потенціалу всіх річок України. На території України незадіяні ресурси гідроенергії менші від ресурсів енергії вітру, але цінні нижчими затратами та можливістю регулювання часу вироблення електроенергії.



Рис. 4. Мікро-ГЕС

Мала ГЕС в Європі споруджується за 8-10 місяців, термін її окупності 3-4 роки.

Необхідно максимально відновити ті ГЕС, що були зупинені в 50-60-х роках ХХ століття. Але відновлення, а особливо нове будівництво, має провадитися з використанням сучасної техніки, яка дозволяє здійснювати експлуатацію ГЕС за «безлюдним» варіантом (на таких ГЕС відсутня машинна зала і обслуговуючий персонал). Управління каскадом ГЕС здійснює через комп'ютер лише одна людина. За «безлюдної» експлуатації малих ГЕС обсяги будівництва їх в Україні можуть становити 700—1000 МВт на імпортованій гідротехніці та до 4 МВт на вітчизняній. Найбільші можливості щодо розвитку малої гідроенергетики має Карпатський регіон.

Тут будівництво ГЕС має об'єднуватися з реалізацією протиповеневих заходів.

Досвід деяких держав свідчить, що освоєння потенціалу малих річок з використанням малих ГЕС і міні-ГЕС допомагає вирішити проблему поліпшення енергопостачання. Найбільш ефективними є малі ГЕС, які будуються на наявних гідротехнічних спорудах.

## **2.5. Енергія морських хвиль та припливів**

Дещо більшим від ресурсів гідроенергії є світовий ресурс енергії морських хвиль та припливів. Найбільш поширеним способом використання енергії морів та океанів є спорудження припливних електростанцій (ПЕС). З 1967 р. у гирлі річки Ране у Франції працює ПЕС потужністю 240 МВт. 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.

Але для України промислове використання цих ресурсів є проблематичним через замерзання Азовського і Чорного морів і відсутність територій для побудови ГЕС. А стосовно припливів — ще й через вкрай низький потенціал: припливна хвиля на Чорному морі не перевищує 10 см, а необхідна висота становить, як мінімум, 5 м.

Спорудження ПЕС пов'язано з великими труднощами. Перш за все енергія залежить від характеру припливів, на які неможливо впливати, оскільки вони визначаються астрономічними чинниками. Незважаючи на це, робота з розробки планів ПЕС продовжується - на сьогодні запропоновано близько 300 різних технічних проектів їх будівництва. Однак далеко не у кожному регіоні земної кулі є умови для такого будівництва. Дослідження показали, що передача припливної електроенергії з узбережної зони у центральні частини материків буде виправдана лише для деяких районів Західної Європи, США, Канади, Південної Америки. Отже, у припливах і відпливах, що змінюють один одного двічі на день, міститься величезна енергія, яку теоретично можливо використовувати без жодних технічних проблем, однак такі масштабні проекти пов'язані з великими витратами капіталу, а також імпульсним характером одержання великої кількості електроенергії у віддалених від споживачів районах.

У процесі будівництва припливної електростанції велика увага приділяється саме екологічності спорудження. Для цього форма дна каналів, якими протікає морська вода, вибирається так, щоб тварини, що випадково потрапили до каналу, могли вибратися з нього.

Як же працює ПЕС? На річці будується гребля для затримки вод високого припливу. Коли припливні води відступають, затримана греблею вода випускається в океан через грушоподібні турбіни під греблею, і виробляється електроенергія. Електроенергію можна виробляти як при відпливі, так і при припливі. Припливна хвиля затримується за греблею в результаті відкриття ряду донних затворів, що дозволяє їй рухатися нагору

річкою у напрямку джерела. Затвори закривають тоді, коли приплив досягає найвищого рівня, а потім, по мірі відпливу, воді, замкненій за греблею, дозволяють стікати до моря через турбіни. При низькому рівні води, тобто при відпливі, велика частина цієї води спускається. Коли припливні води знов надходять, то зупиняються перед закритими затворами, рівень води з боку моря перевищує її рівень на боці греблі, зверненої до суші. Після того, як буде досягнутий достатній напір, воді дозволяють текти нагору річкою, проходячи через турбіни, і знову виробляти електрику. Таким чином, енергія виробляється і за рахунок відпливу, і за рахунок припливу.

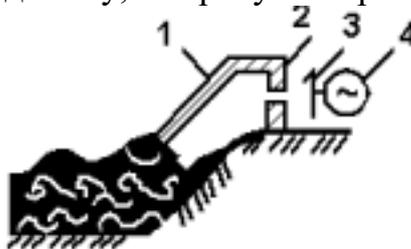


Рис.5. Схема прибійної електростанції

На рисунку 5 показана схема прибійної електростанції потужністю 50кВт. Принцип її роботи приваблює своєю простотою і майже повною відсутністю рухомих частин. Хвиля, яка падає під козирок 1, стискає повітря й жене його крізь сопловий канал 2 до турбіни 3, яка приводить в дію електрогенератор 4.

## Лекція 6. Енергоощадні технології в харчовій промисловості

### План

1. Роль інноваційних технологій у підвищенні енергоефективності харчових підприємств
2. Використання ультразвуку в харчовій промисловості
3. Технології переробки вторинних сировинних ресурсів та відходів в цукровій промисловості
4. Технології виробництва дизельного біопалива з рослинних олій

### **1. Роль інноваційних технологій у підвищенні енергоефективності харчових підприємств**

Постійне підвищення вартості енергоносіїв, дефіцит кваліфікованої робочої сили, зростання конкуренції неспоживчих ринках викликає необхідність інновацій, як фактору зростання та посилення позицій на ринку за допомогою набуття суттєвих конкурентних переваг.

На підприємствах харчової галузі до технологічних інновацій відноситься: розробка та впровадження сучасних технологій зберігання сировини, що є основою для виробництва харчових продуктів; застосування ресурсозберігаючих технологій, які характеризуються максимально корисним виходом готової продукції та мінімумом відходів, на основі сучасних методів обробки; удосконалення технологічних процесів з метою скорочення часу виробничого циклу без втрати якості готової продукції; розробка та впровадження пакувальних ліній, які повністю відповідатимуть специфіці продуктів, які виготовляються; удосконалення тари, упакування та способів перевезення.

Все більшого значення набувають питання вибору високотехнологічного обладнання, мінімізації витрат сировини і економії енергоносіїв, більше ефективного використання персоналу. В умовах жорсткої конкуренції загострюється проблема закупівлі обладнання і впровадження технологій. Технологічні інновації у харчовій промисловості здійснюються за трьома напрямками: основне виробництво (виготовлення продукції), упакування та утилізація відходів виробництва. Впровадження цих інновацій може мати варіативний характер залежно від ступеня взаємозв'язку технологічних процесів та наявності фінансових ресурсів. Проте, технологічні інновації є чинником подальшого розвитку продуктових інновацій, які у свою чергу сприяють формуванню інфраструктурних та маркетингових інновацій. Все це

створює підґрунтя для подальшого розвитку та підвищення ефективності підприємств харчової промисловості.

Потреби підприємств харчової промисловості в паливі та енергії безперервно зростають. Тому у цій галузі, щоб не йти на значні капіталовкладення, потрібно раціональніше використовувати паливно - енергетичні ресурси (ПЕР). В процесі реконструкції та технічного переозброєння енергомістких виробництв, існує стабільна тенденція до повного використання вторинних сировинних, ПЕР та відходів виробництва.

Збільшення обсягів виробництва в харчовій і переробній промисловості на фоні подорожчання енергоресурсів викликає потребу в розробці перспективних енерго- й ресурсозберігаючих технологій та устаткування. Найбільші енерговитрати в цих галузях припадають на тепло- й масообмінні процеси.

Використання вторинних ресурсів залишаються одними із найважливіших як з точки зору підвищення ефективності використання ресурсного потенціалу, так і з погляду стабілізації та покращення екологічної ситуації.

Активізація процесів щодо залучення у господарський обіг вторинної сировини сприятиме утворенню вагомого сировинного резерву й економії значного обсягу первинних матеріальних ресурсів.

Вторинні енергетичні ресурси (ВЕР) являють собою енергетичний потенціал продукції, побічних і проміжних продуктів, що утворюються в технологічних агрегатах (установках) і втрачаються в самому агрегаті, але їх можуть частково або цілком використати для енергопостачання інші споживачі. Раціональне використання ВЕР є одним з найбільших резервів економії палива, що сприяють зниженню паливо - та енергоємності промислової продукції.

Вторинні енергетичні ресурси можна використати безпосередньо без зміни виду енергоносія (для задоволення потреби в тепловій енергії і паливі) або зі зміною виду енергоносія виробленням теплової та електричної енергії, холоду або механічною роботою в утилізаційних установках.

Багато галузей народного господарства мають у своєму розпорядженні великий резерв паливних і теплових ВЕР, що посідають значне місце в їх паливно-енергетичному балансі.

ВЕР підприємств харчової промисловості досить різнохарактерні. їх можна поділити на чотири групи:

- Тепло викладених гарячих газів та рідин. До такої групи належить тепло димових газів, що відходять з котельні підприємства, та технологічних течій хлібопекарного та кондитерського виробництва, а також тепло, що входить до відпрацьованих рідин, наприклад в барді спиртового підприємства.
- Тепло, що входить до відпрацьованої пари промислових установок та вторинної пари теплових розчинів, ректифікації та висушуванні).
- Тепло спалених відходів. Це тепло може бути реалізовано під час спалювання відходів. Наприклад, на підприємствах з виробництва рослинного масла таким відходом є лузга від насіння, внаслідок спалювання якої утворюється теплова енергія.
- Тепло, що входить до продуктів та відходів виробництва. До цієї групи належить, наприклад, тепло шлаків котельних установок, гарячого жому цукрових відходів, гарячого хліба, печива, цукру і т. ін. Серед перелічених груп ВЕР в харчовій промисловості найменш значна роль ресурсів четвертої групи, а найбільш значна - перших двох.

У хлібопекарному та кондитерському виробництвах особливої актуальності набувають інноваційні проекти з використанням ВЕР у вигляді викидних газів з пекарських печей після спалювання природного газу, або гарячої повітряної суміші з електронагрівального технологічного обладнання. Для практичного використання таких ВЕР встановлюють додаткове рекуперативне обладнання (теплообмінники та циркуляційні насоси), що дає змогу забезпечувати виробничі та побутові приміщення підприємств потрібним теплом для гарячого водопостачання та, в холодний період року, для систем опалення цих приміщень. Це дає змогу зекономити від 50 % до 100 % енергоресурсів підприємства на виробничо-побутові потреби та значно знижувати собівартість хлібобулочної та бісквітної продукції.

Наприклад у молочній та консервної промисловості при згущенні молока, соків, паст, в цукровій промисловості при отриманні сахарних сиропів, в спиртовому виробництві при очищенні і концентрації спирту використовуються системи, які працюють з кількома ступенями тиску. Вони застосовуються у тих випадках коли за технологією виробництва передбачається отримання великої кількості вторинного пару. Використання багатоступеневих випарних установок, як енергозберігаючі технології, досить широко застосовуються на підприємствах харчової промисловості.

У жовтні 2007 року Мінагрополітики було затверджено «Програму розвитку спиртової галузі на 2007-2011 роки», якою передбачено організація виробництва біоетанолу, продукції технічного призначення, спирту для технічних потреб, біопалива та організація виробництва біогазу, кормопродуктів, газу метану із продуктів бродіння на підприємствах спиртової галузі.

Спиртові заводи, які впровадили інноваційні технології, знизили питомі витрати енергоносіїв до 3,6 - 4,0 кг умовного палива на декалітр (що відповідає європейським нормам енергоспоживання) при середній по галузі - 5,8 кг/дал. В той же час спиртові заводи, які з різних причин не впроваджували інноваційні технології витрачають 10 і більше кг умовного палива на декалітр. Зазначені заходи дозволять зберегти виробничий потенціал спиртової галузі та створити умови для їх ефективної роботи за рахунок перепрофілювання частини надлишкових потужностей.

З введенням в експлуатацію установок з виробництва біогазу буде заміщено до 52 відсотків потреб спиртових заводів у газі природному. Крім того суттєво зменшаться витрати підприємств на придбання газу

Нині найефективнішою технологією виробництва електричної і теплової енергії з органічного палива є когенерація і тригенерація.

Суть нового підходу до енергозабезпечення молокопереробних підприємств - це використання когенераційних технологій і технологій тригенерації для власного виробництва дешевої електроенергії і теплової енергії для використання в технологічних виробничих процесах.

Це дає змогу мати мінімальну паливну складову в собівартості виробленої електроенергії і, таким чином, кінцевої продукції, що виробляє підприємство.

## **2. Використання ультразвуку в харчовій промисловості**

На сьогодні в харчовій промисловості значна роль відводиться нетрадиційним способам обробки сировини, які виконують різноманітні функції - сприяють інтенсифікації виробництва, покращують функціональні властивості продовольчої сировини і отриманих на її основі харчових продуктів, подовжують їх термін придатності, дозволяють впроваджувати ресурсо- та енергозберігаючі технології. Матеріали і методи. В роботі використані сучасні літературні та наукові результати досліджень провідних науковців галузі харчової промисловості.

Для обробки, викладення та узагальнення отриманих даних використані методи системного аналізу та синтезу.

Ультразвук (УЗ) досить широко використовується в харчовій промисловості. Встановлено, що ультразвукові коливання здатні змінювати агрегатний стан речовини, диспергувати, емульгувати його, змінювати швидкість дифузії, кристалізації і розчинення речовин, активізувати реакції, інтенсифікувати технологічні процеси.

УЗ коливань на фізико-хімічні процеси в харчовій промисловості дає можливість підвищити продуктивність праці, скоротити енерговитрати, покращити якість готової продукції, продовжити терміни зберігання, а також створити нові продукти з новими споживчими властивостями. Відоме використання УЗ хвиль з метою зменшення загального часу бродіння йогурту на 0,5 год після інокуляції, скорочення терміну заморожування морозива та вилучення колагену з сухожилля великої рогатої худоби. Застосування УЗ коливань дозволяє поліпшити якість м'яса, а також прискорити процеси його обробки, поліпшити ніжність м'яса, отриманого, наприклад, з сухожилля великої рогатої худоби. В технології безалкогольних напоїв УЗ сприяє інтенсифікації процесу екстракції та поліпшенню органолептичних властивостей напоїв. Вченими досліджено позитивний вплив УЗ хвиль на реологічні особливості тіста та на якість пшеничного хліба. Встановлено, що процес випікання хлібобулочних виробів в УЗ полі значно скорочується в порівнянні з традиційним способом.

В УЗ полі розвиваються значні акустичні течії. Тому вплив УЗ на середовище породжує специфічні ефекти: фізичні, хімічні, та біологічні. Такі, як кавітація, звукокапілярний ефект, диспергування, емульгування, дегазація, знезараження, локальний нагрів і багато інших.

### **3. Технології переробки вторинних сировинних ресурсів та відходів в цукровій промисловості**

Основними у цукровій промисловості напрямками вдосконалення технологій переробки ВСП цукрової галузі є: інтенсифікація методів відтискання свіжого жому; розробка ефективних способів сушіння жому з використанням теплової енергії галузевих теплоносіїв (утфельної пари з випарних установок, конденсатів, відпрацьованих газів ТЕЦ, відпрацьованих газів високотемпературних жомосушильних установок та ін.); поліпшення якісних характеристик бурякового жому, збагачення мікроелементами; отримання з сушеного жому харчових добавок і продуктів (пектину,

клітковини); розробка способів отримання сухої меляси з подальшим використанням її в кормовиробництві; розробка технологічних процесів, що забезпечують додаткове вилучення цукру з меляси шляхом демінералізації із застосуванням хроматографії та інших сучасних методів; розробка та впровадження раціональних способів використання фільтраційного осаду, в тому числі, ресурсозберігаючої технології для випалу мілкофракційного вапняку; використання ВСП галузі для виробництва альтернативних видів палива (біопалива).

Сухий буряковий жом відноситься до найбільш перспективної сировини для отримання низькоетерифікованого пектину, тобто пектину з ступенем етерифікації менше 50%.

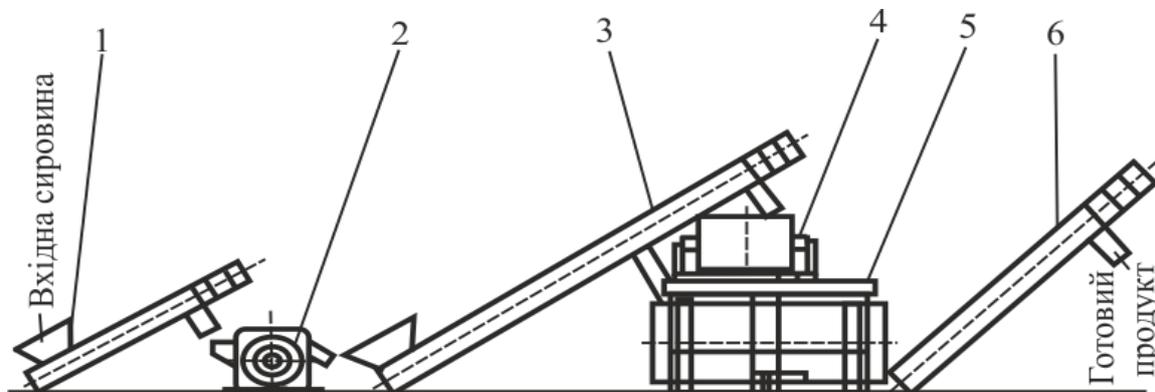
Для сушіння 1 т жому в барабанних сушарках необхідно затратити 300 м<sup>3</sup> газу. До складу запропонованої технологічної схеми сушіння бурякового жому входять шнековий прес і сушильна установка.

Підводячи підсумок, можна сказати наступне: аналіз існуючих технологій сушіння жому показує, що найбільш перспективною є безвідходна енергозберігаюча технологія з використанням в якості теплоносія відпрацьованих газів котелень, що працюють на газоподібному паливі.

Запропонована енергозберігаюча технологія сушіння бурякового жому з попередніми його зневодненням за допомогою шнекового преса знижує енерговитрати на 85...87%, а використання відпрацьованих газів котельні при сушінні жому дозволяє скоротити витрати енергії на 90...95%;

Виробництво пектину з бурякового жому дозволить істотно збільшити ступінь комплексної переробки його з отриманням набору цінних продуктів, а також підвищити якість цих продуктів і знизити їх вартість. Крім того, запропонована технологія переробки жому дозволить зменшити сезонність роботи цукрових заводів.

Технологія виробництва ферментованих кормів включає в себе: приготування засівної закваски в ферментері об'ємом 0,6 м<sup>3</sup> з використанням пшеничних висівок і закваски в кількості 5 г на 1 т з одночасним зволоженням маси до 60% і нагріванням до 55 °С; подрібнення бурякового жому молотковою дробаркою і його подачею шнековим транспортером в



ферментатор об'ємом 7 м<sup>3</sup>; нагрів бурякового жому до температури 55 °С і вивантаження приготованої засівної закваски в ферментатор об'ємом 7 м<sup>3</sup> з одночасним інтенсивним перемішуванням протягом 10...15 хв; ферментацію подрібненого бурякового жому протягом 9 год і вивантаження готового продукту.

Рис. 6 – Схема ферментації бурякового жому

1, 3, 7 – шнекові транспортери; 2 – молоткова дробарка; 4 – ферментатор об'ємом 0,6 м<sup>3</sup>; 5 – ферментатор об'ємом 7 м<sup>3</sup>

Буряковий жом є цінним кормом для сільськогосподарських тварин. У сирому вигляді жом використовують нетривалий час, зважаючи на інтенсивність процесу його окислення і втрати поживних речовин.

Сьогодні, коли ціни на енергоносії зросли, сушінням жому багато заводів перестали займатися і цей цінний корм часто реалізується у кислому вигляді. Деякі заводи здійснюють сушку жому в барабанних сушарках з подальшим експортом в Європу для виробництва пектину. Сухий буряковий жом відноситься до найбільш перспективної сировини для отримання низькоетерифікованого пектину зі ступенем етерифікації менше 50 %. Низькоетерифікований пектин знаходить широке застосування в медицині, фармакології, кондитерській промисловості.

Науковцями розроблена енергозберігаюча безвідходна технологія сушки бурякового жому з подальшою його переробкою для виробництва пектину.

Технологічна схема сушіння жому складається з послідовно з'єднаних технологічних частин. Сушіння жому в представленій технологічній схемі

здійснюється в два етапи: попереднє зневоднення жому до вологості 40...55 % і подальша сушка в каскадній сушарці до вологості 12...14 %.

Технологічна схема енергозберігаючої безвідходної технології сушіння жому представлена на рис. 7. Сушку і переробку бурякового жому на установці здійснюють наступним чином.

Живильником 2 сирий буряковий жом вологістю 90...95% з дифузійного апарату 3 цукрового заводу подають у завантажувальний бункер шнекового преса 1, де буряковий жом пресують за рахунок зміни обсягу пресуючого матеріалу. При цьому відбувається поділ відтиснутого бурякового жому та відтиснутої рідини. Відтиснута рідина через отвори в матриці і отвори в самому шнеку поступає в ємності для коагуляції 8. Відтиснутий буряковий жом вологістю 40...55% через направляючий козирок надходить на завантажувальний транспортер 31, який подає відтиснутий жом в сушарку 26, де жом рухається в протитоці з теплоносієм. Для послідовного надходження теплоносія на перфоровані каскадні транспортери встановлені перегородки.

В якості теплоносія використовують відпрацьовані гази котельні 25, що працює на газоподібному паливі. Відпрацьовані гази котельні температурою 170...200 °С по трубопроводу подають до сушарки 26. Проходження відпрацьованих газів знизу вгору через сушарку забезпечує висушування матеріалу. Вихід відпрацьованих газів відбувається через вхідний отвір для завантаження бурякового жому. Повітряний потік захоплює висушений жом і по трубопроводу направляє їх в циклон 27. Транспортром 22 висушений жом направляється в ємність 21 для зберігання.

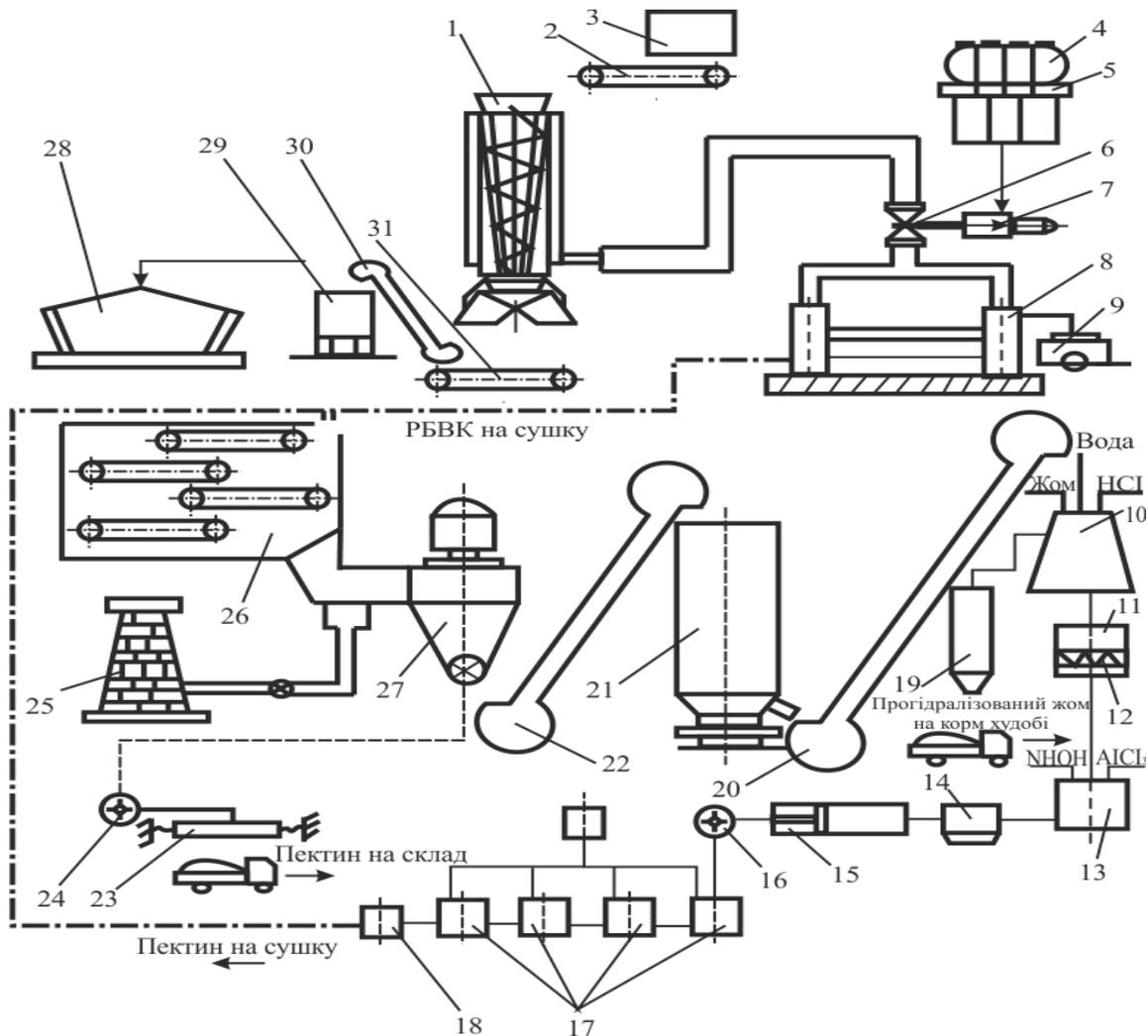


Рис. 7 — Технологічна схема енергозберігаючої безвідходної технології сушіння і переробки бурякового жому

При відсутності сушильного обладнання і теплоносія відтиснутий буряковий жом піддають силосуванню. Для цього потік відтиснутої маси направляють в завантажувальний транспортер 30 і далі - в транспортний засіб 29 для доставки в наземну бетонну траншею 28, де методом трамбування маси створюють анаеробні умови для її подальшого силосування.

Установку для сушки та переробки жому розташовують поблизу тру би котельні з метою зниження тепловтрат. Така схема знижує енерговитрати на сушіння і переробку жому на 90...95% і дозволяє здійснити безвідходність виробництва.

#### 4. Технології виробництва дизельного біопалива з рослинних олій

Біодизельне паливо, за даними Міністерства сільського господарства США, дає вигрaш 220 % від різниці потреб при виробництві дизельного біопалива енергії копалин палив і енергії, отриманої від його використання.

майже всі існуючі дизельні двигуни можуть ефективно працювати як на чистому біодизельному паливі, так і на його сумі- шах з традиційних дизельним паливом. Виробництво дизельного бі- опалива в світі і особливо в Європі стрімко зростає. Лідером у даній галузі є Німеччина з обсягами виробництва 2662000 т даного виду палива в 2006 році. А це набагато перевищує річну потребу АПК України в дизельному паливі.

Згідно з Програмою розвитку виробництва дизельного біопали- ва, яку Кабінет Міністрів затвердив постановою №1774 від 22 грудня 2006 року, в Україні до 2010 року буде виробляється близько 623 тис. тонн дизельного біопалива на рік, що зменшить імпорт нафти на 1,9 млн тонн.

Але зараз в Україні виробництво біодизельного палива тільки зароджується. Працюють кілька невеликих ліній з виготовлення дизельного біопалива малої продуктивності. хоча в ЗМІ регулярно зустрічається інформація про будівництво біодизельних заводів. деякі сільськогосподарські підприємства розвивають кустарне для власних потреб виробництво дизельного біопалива.

На ринку України представлено різноманітне обладнання для отримання дизельного біопалива як вітчизняного, так і закордонного виробництва. Це новий вид технічних засобів механізації сільського господарства. Досить часто покупцям пропонується обладнання недостатнього технічного рівня, на якому отримують біодизельне паливо низької якості. А це призводить до передчасного виходу з ладу дизельних двигунів і викликає негативне ставлення суспільства до нового виду палива.

Також одним з найважливіших умов отримання дизельного біопалива є суворе дотримання технології і регламенту виробництва.

Повний технологічний процес переробки олійного насіння в біодизель можна розбити на три етапи:

- 1) прийом олійної сировини, зберігання та операції з підготовки насіння до вилучення масла;
- 2) витяг масла, його очищення, нейтралізація, виморожування, інші підготовчі до етерифікації операції, зберігання та подача до пункту виробництва метилових ефірів жирних кислот;
- 3) виробництво дизельного біопалива з олії на лінії етерифікації, додавання присадок, його зберігання, змішування і відправка.

Перший і другий етап є традиційними для ліній виробництва рослинної олії – як харчового, так і технічного цільового призначення.

Підігрівання олійного насіння вище температури 60 °С негативно впливає на якість сировини для виробництва дизельного біопалива. При «холодному» методі відтискання температура масла не пере- вищує 50...60 °С. Даний

метод, на відміну від екстракції, — повністю нейтральний для навколишнього середовища, а макуха після холодного пресування є цінним кормом для всіх видів тварин (за відповідних пропорцій в кормових сумішах). Видобуток масла шнековими пресами «холодним» методом можливо і доцільно впроваджувати як на малих фермерських, так і на великих сільськогосподарських підприємствах.

З хімічної точки зору рослинна олія складається з суміші тригліцеридів вищих жирних кислот (94...96 %), супутніх жиророзчинних речовин, вільних жирних кислот, води і нерозчинних у жирах домішок. З цих речовин лише тригліцериди жирних кислот і вільні жирні кислоти в процесі виробництва біодізеля можна перетворити на метилові ефіри жирних кислот. Інші погіршують якість кінцевого продукту, а в гіршому випадку ще й негативно впливають на процес отримання та вихід дизельного біопалива. Тому рослинну олію треба піддати операції очищення тригліцеридів, при наявності восків необхідно виморожування.

Вимоги до якості ріпакової олії, яке треба використовувати в процесі виробництва метилових ефірів жирних кислот для дизельних двигунів, наведені в табл. 2.16.

На третьому етапі виробництва дизельного біопалива, залежно від принципу організації процесу виробництва, виділяють дві технології отримання біопалива:

- періодичну, при якій процес отримання дизельного біопалива проходить в різний час послідовно в кілька окремих стадій, має широку гаму відносно простого і дешевого обладнання для різних масштабів виробництва;
- безперервну, коли всі окремі стадії виробництва дизельного біопалива відбуваються одночасно і паралельно (в потоці). Перевага даної технології в менших розмірах устаткування, але вона складніша. Контролювати якість дизельного біопалива важче, ніж при періодичному процесі.

Метилові ефіри жирних кислот для дизельних двигунів отримують з тригліцеридів олій реакцією алкоголізу (її ще називають трансестерифікацією), а з вільних жирних кислот — етерифікацією. Якщо кислотне число рослинної олії менше 2, технологічний процес виробництва дизельного біопалива спрощується, необхідна тільки реакція трансестерифікації. В іншому випадку, щоб не ускладнювати виробничий процес додатковою операцією, масло нейтралізують. Тому алкоголіз є ключовою операцією виробництва дизельного біопалива.

*Таблиця 1*

### **Вимоги до якості ріпакової олії і метилового ефіру**

Показник	Ріпаковаоля	Метилловийефір
Густина, 15 ° С, кг / м <sup>3</sup>	900-930	860-900
Цетанове число		> 51
Вміст сірки, мг / г	< 20	< 10
Температура спалаху, ° С	220	101
Коксованість 10% залишку, %	< 0,4	< 0,3
Енергетична цінність, МДж/кг	35	35
Вміст попелу (SO <sub>4</sub> ), %	< 0,01	< 0,02
Вміст води, мг/кг	750	500
Механічні домішки, мг/кг	25	24
В'язкість, 40 ° С, мм <sup>2</sup> /с	< 38	3,5-5,0
Кислотне число, мг КОН/г	< 2	< 0,5
Йодне число, г/100 г	100-120	< 120
Вміст ефірів, %		> 96,6
Вміст метилового ефіру ліноленовоїкислот, %		< 12
Вміст метанолу, %		< 0,2
Вміст моноглицеридов, %		< 0,8
Вміст вільного гліцерину, %		< 0,25
Вміст фосфору, мг/кг	< 15	< 10
Гранична температура фільтрування, °С		- 10

Алкоголіз — це хімічна реакція взаємодії тригліцеридів з низькомолекулярними спиртами з утворенням ефірів відповідних кислот і гліцерину. Цей процес широко використовується для промислового та лабораторного отримання складних ефірів жирних кислот. Якщо в цьому процесі використовується метанол, то реакція називається метаноліз. наявність каталізатора і нагрівання реактора прискорюють процес і підвищують повноту перетворення тригліцеридів у метилові ефіри жирних кислот. На рис. 2.10 наведено класифікацію технологій виробництва дизельного біопалива залежно від способу каталізу реакції трансестерифікації рослинних олій.

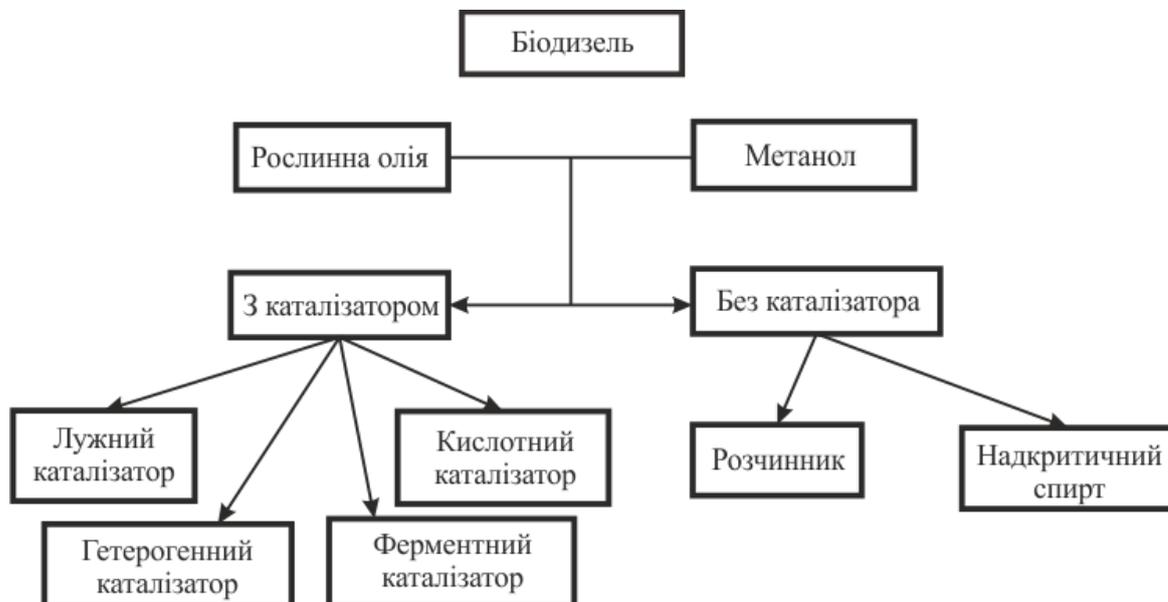


Рис. 8 – Класифікація технологій виробництва дизельного біопалива з рослинних олій

Серед названих технологій на сьогоднішній день в промисловості використовуються лише три технології виробництва дизельного біопалива: з використанням лужного, кислотного і гетерогенного каталізатора. Перший і другий варіанти можна використовувати на біодизельних лініях будь-якої продуктивності. Третій варіант більш складний, розроблений на основі технологічних процесів нафтохімії, а тому його доцільно впроваджувати на заводах промислового типу.

Періодичний процес метанолізу з лужним каталізатором (рис. 9) в реакторах з перемішувальними і нагрівальними пристроями — найпростіший і найпоширеніший варіант виробництва дизельного біопалива. Він дає високий вихід метилових ефірів жирних кислот (до 95%), а якщо проводити трансестерифікації в два етапи, то можна досягти виходу 98% при відносно невеликих витратах часу. Після проведення очищення якість дизельного біопалива, отриманого за даною технологією, відповідає вимогам європейського стандарту EN14214:2003 та ДСТУ 6081: 2009.

Після реакції трансестерифікації проводять операцію поділу гліцеринової і ефірної фаз. Найпростіший спосіб — гравітаційне розділення, яке засноване на осадженні неочищеного гліцерину під дією сили тяжіння. Однак воно вимагає великих витрат часу — від 2 до 12 годин. Альтернативним даному способу є поділ гліцеринової і ефірної фаз під дією відцентрової сили в центрифугі. При цьому витрати часу істотно зменшуються, але збільшуються енерговитрати. Даний метод в основному використовується при безперервній

технології виробництва дизельного біопалива.

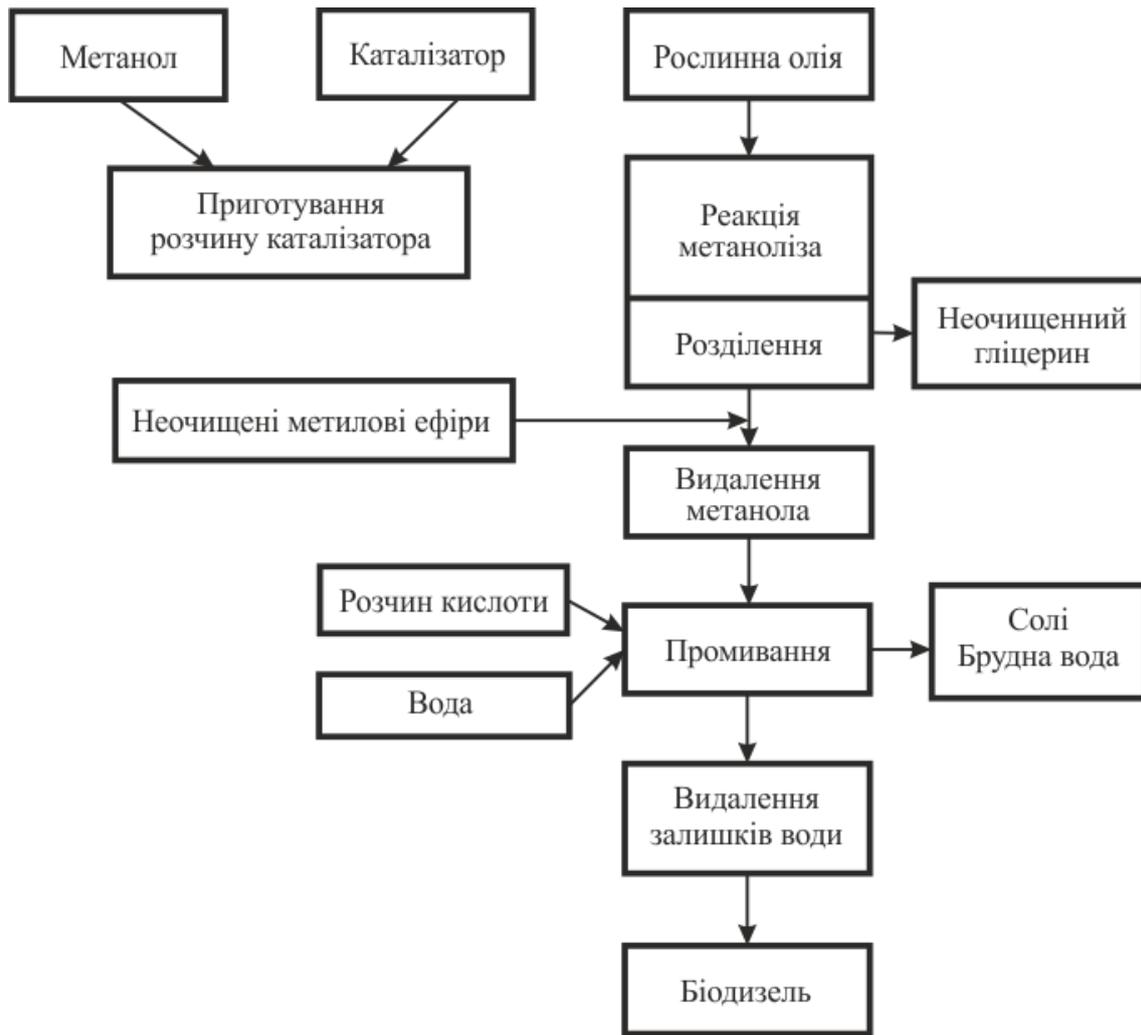


Рис. 9 – Структурна схема технологічного процесу виробництва дизельного біопалива

З метою отримання високого виходу метилових ефірів жирних кислот і прискорення виробничого процесу в реакції трансестерифікації використовують надлишок метанолу. Залишок метанолу розподіляється між фазами ефірів і гліцерину. Тому операція видалення метанолу є обов'язковою. Один з можливих варіантів її реалізації — використання випарних апаратів.

Після трансестерифікації в ефірній фазі залишаються такі небажані компоненти дизельного біопалива: мила, гліцериди, вільний гліцерин та інші проміжні продукти реакції. Для їх видалення використовують операцію промивання фази метилових ефірів жирних кислот слабким водним розчином кислоти.

Кислота нейтралізує залишки лужного каталізатора. Для видалення залишків солей і мила проводять додаткову операцію промивання водою.

Після кожної операції промивання необхідно провести поділ ефірів і води. Однак, внаслідок розчинності води в метилових ефірах жирних кислот її кількість в ефірній фазі не відповідає вимогам стандартів на паливо. Виникає необхідність у проведенні операції видалення води. Для цього можна використовувати вакуумне висушування. Також іноді застосовують методи з силікагелем, але при цьому виникає необхідність в його регенерації.

Небажані компоненти з палива можна видаляти також іншими способами, зокрема, з використанням сорбентів (наприклад, магнезолу), але обов'язково потрібно врахувати які показники метилових ефірів не відповідають вимогам чинних стандартів і характеристики сорбенту. Операція видалення води при цьому також необхідна.

Нафтове дизельне паливо використовується з широким спектром присадок, які покращують його антиокислювальні, антикорозійні, миючі та інші властивості. Присадок до дизельного біопалива поки значно менше, але вони істотно розширюють можливості застосування біопалива.

На рис. 10 наведена схема виробництва метилових ефірів жирних кислот за періодичною технологією із застосуванням лужного каталізатора. У такій лінії реактори є основним обладнанням. Для різних технологічних операцій вони відрізняються лише робочими органами і наявністю або відсутністю системи обігрівання. Таке обладнання випускають вітчизняні машинобудівні заводи.

При виборі обладнання для періодичної і для безперервної технологій, перш за все, необхідно звернути увагу на технологічні особливості виробництва. Метилі ефіри жирних кислот повинні відповідати вимогам стандарту ДСТУ 6081: 2009. Також варто добре проаналізувати питання утилізації відходів виробництва і безпеки роботи з метанолом.

Таким чином, досягнутий рівень розвитку науки і техніки дає можливість переробляти всі без винятку побічні продукти і відходи виробництва переробних галузей агропромислового комплексу. Нині не існує технічних обмежень для повного і раціонального їх використання. Потрібний швидший перехід галузі на безвідходні види виробництв, що підвищить економічні показники галузі, вирішить проблему раціонального природокористування при переробці сільськогосподарської сировини, сприятиме охороні навколишнього середовища.

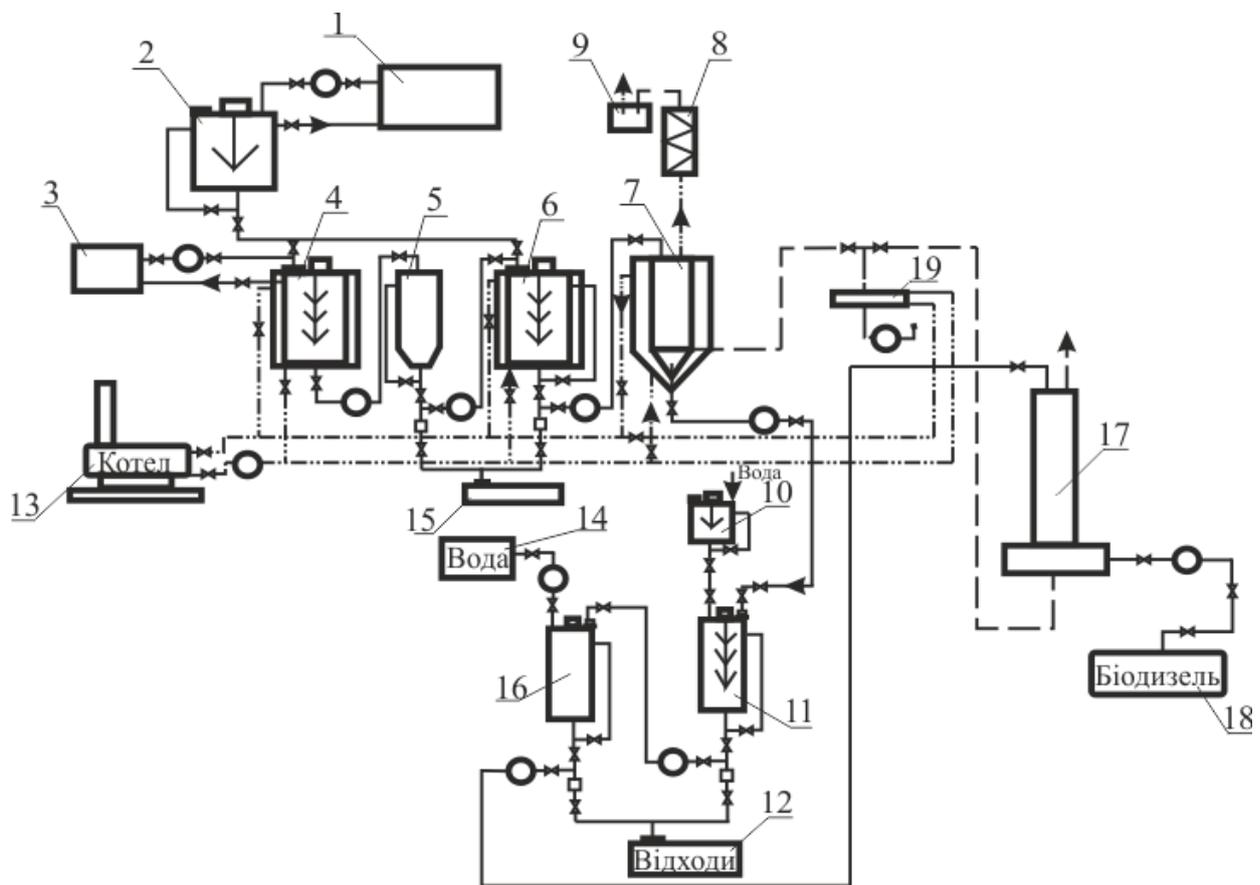


Рис. 10 — Технологічна схема лінії виробництва метилових ефірів жирних кислот: Н1-Н10 – насоси; К1 – компресор; Б1-Б6 – єм- ність; РК1-РК2 – реактори-змішувачі; Р1-Р2 – реактори; Р0 – реа- ктор-відстійник; РС – реактор відбору метанолу; С1 - сушарка; РП1-РП2 – реактори промивання; КВ1 – котел водогрійний; Т1 – теплообмінник; ХЛ – холодильник; ВУЛ – уловлювач

Тільки комплексна переробка і використання всіх вихідних продуктів після віджиму олії – макухи, робить виробництво біодизельного пального досить ефективним для переробних заводів, продуктивність яких складає 1 – 5 тис.тонн в рік.

Зазначена технологія переробки олії в дизельне пальне дозволяє в 2-3 рази скоротити процес естерифікації, підняти продуктивність лінії, отримати біодизель високої якості, та значно знизити собівартість переробки олії в дизельне пальне.

Комплексна переробка насіння олійних культур у дизельне біопаливо найбільш доцільна (рис. 11).

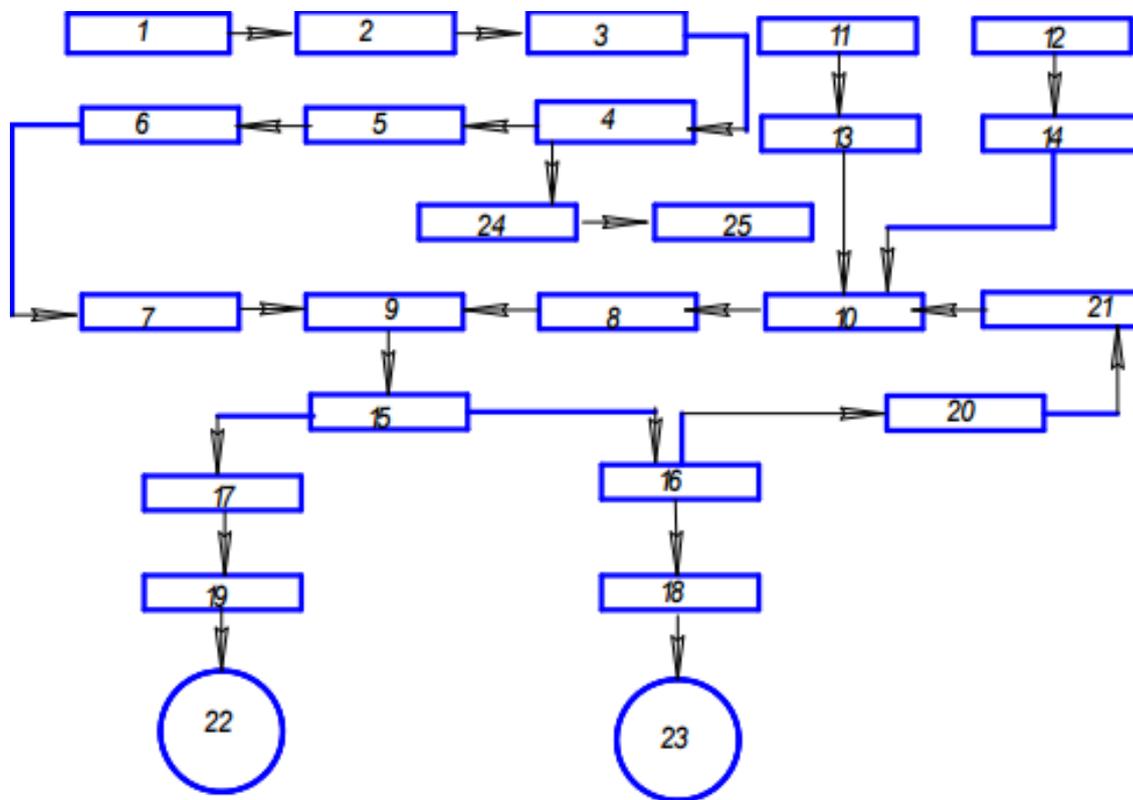


Рис. 11 - Технологічна схема переробки насіння ріпаку в дизельне пальне: 1 – доставка насіння ріпаку; 2 – висушування насіння; 3 – складування; 4 – пресування насіння; 5 – накопичення олії у збірник ємкості; 6 – механічне фільтрування – очищення олії; 7 – нагрівання та абсорбаційно – хімічна обробка і видалення малих компонентів; 8 – змішування – підготовка каталізатора; 9 – етерифікація; 10 – дозування та облік витрат метанолу та гідроокису калію чи натрію; 11 – складування метанолу на тривалий час; 12 – складування гідроокису калію, натрію на тривалий час; 13 – складування метанолу на одні сутки; 14 – складування гідроокису калію чи натрію на одні сутки; 15 – відстоювання продуктів етерифікації; 16 – відбір дизельного пального; 17 – відбір гліцерину; 18 і 19 – механічне фільтрування, відповідно, дизельного пального та гліцерину; 20 – видалення залишків метанолу із середовища дизельного пального; 21 – конденсації пари метанолу та повернення в дозуючий агрегат; 22 і 23 – збірні резервуари для зберігання гліцерину та дизельного пального, відповідно; 24 – переробка макухи після пресування насіння ріпаку у комбікорми; 25 – складування комбікормової продукції

## Лекція 7. Основні шляхи енергозбереження в технологічних агрегатах

### План

#### 1. Модернізація електродвигунів і електроприводів

##### 1. Модернізація електродвигунів і електроприводів

Навряд чи знайдеться промисловий процес, де б не використовувалися електродвигуни. Вони пускають у хід багато видів устаткування, у тому числі насоси, вентилятори, повітродувки, конвеєри, млини. Оскільки двигуни широко використовуються у виробничому процесі, вони споживають значну кількість електричної енергії і можуть стати привабливим об'єктом погляду інвестування в енергозберігаючі заходи. Цілеспрямований і систематичний збір даних по кожному двигуні, що функціонує більш 2000 годин у рік, являється початковим етапом підвищення ефективності використання двигунів на підприємстві. При обліку даних про двигуни особливу увагу слід звернути на місце розташування двигунів, призначення, частоту обертання, навантаження, паспортні дані. Відразу ж після огляду цього устаткування можна впровадити деякі заходи щодо підвищення ефективності електродвигунів на підприємстві.

Правильний вибір потужності електродвигуна дозволить скоротити споживання енергії. Найчастіше двигуни мають надмірну потужність, щоб при необхідності можна було б справитися зі значним перенавантаженням. Правильно підібрані електродвигуни повинні працювати при навантаженні 75-100 % від їхньої паспортної потужності. До того ж електродвигуни більшої потужності коштують дорожче, ніж електродвигуни меншої потужності. Зростають також витрати, оскільки електродвигуни працюють з максимальною ефективністю при навантаженні, близьким до повного.

Одна з можливостей енергозбереження – установка електродвигунів з частотно-керованим електроприводом. Вони застосовуються у випадках, коли навантаження електродвигуна коливається і він тривалий час працює з низьким навантаженням. Визначення графіка навантаження електродвигуна (відсоток навантаження від часу) має важливе значення при оцінці економічної ефективності: звичайно вигідно застосовувати частотно-керовані електроприводи для двигунів потужністю більш 10 кВт, що працюють більш 8000 годин у рік. Частотно-керовані електроприводи приводять споживання електроенергії у відповідність з рівнем навантаження, змінюючи частоту обертання електродвигуна. Застосування частотно-керованих електроприводів ефективно для вентиляторів, насосів і устаткування, частота обертання якого не є критичною. Електроприводи даного типу можуть сприяти підвищенню

якості продукції, за рахунок контролю і зниження вартості технічного обслуговування.

Натяжка і регулювання пасових передач також підвищує енергоефективність. Необхідно систематично здійснювати контроль стану пасових передач. Ослаблення ременів і розрегулювання ремінних приводів приводять до збільшення втрат на тертя. Це викликає додаткове споживання електричної енергії і скорочує термін служби ремінного приводу. Ремінні приводи мають низьку вартість, але для ефективного функціонування існує постійна необхідність у їхньому технічному обслуговуванні. Навчання персоналу, відповідального за керування системами електродвигунів, допоможе підвищити рівень технічного обслуговування.

Заміна стандартних клинчастих ременів високоефективними ременями підвищить загальну ефективність електропроводу при більш низьких витратах у порівнянні з вартістю нового двигуна з більш високим КПД. Клинчасті ремені з зубцями і синхронні ремені більш ефективні, чим стандартні клинчасті. Високоефективні електродвигуни (з підвищеним коефіцієнтом корисної дії) також можуть скоротити витрати на енергоресурси. КПД електродвигунів визначається як відсоток електричної енергії, перетвореної в механічну енергію.

Виходячи з діючих сьогодні тарифів на електричну енергію і щодо високих капітальних витрат, необхідних для модернізації електродвигунів, замінити функціонуючі двигуни новими більш ефективними в більшості випадків не має змісту. Однак періодично на підприємствах електродвигуни все-таки приходиться замінити (до 10 % у рік). Придбання високоефективних електродвигунів для заміни старих може мати високу економічну ефективність. Часто економічно ефективною є заміна двигуна на двигуни з великим КПД, якщо КПД приводу не можна змінити в іншому місці. Коефіцієнт потужності показує, наскільки ефективно пристрій перетворить вхідну напругу і струм у корисну електричну потужність.

## Лекція 8. Енергозбереження в системі теплопостачання

### План

1. Основні заходи з енергозбереження під час виробництва та транспортування теплової енергії

2. Заходи по зниженню втрат тепла та підвищенню ефективності систем теплопостачання

### 1. Основні заходи з енергозбереження під час виробництва та транспортування теплової енергії

Доведення питомих витрат енергоресурсів у галузі на виробництво 1 Гкал теплоти до 150-160кг у.п. та відповідного зменшення викидів парникових газів у довкілля у системі одержання теплоти (котельний агрегат) можливо досягти за допомогою впровадження нових технологій, у т.ч. за рахунок:

- попереднього підігріву палива на 2%;
- емульгування рідкого палива – 5%;
- газифікації вугілля – 7%;
- гранулювання вугілля – 4%;
- підігріву повітря – 8-9%;
- зволоження дуттєвого повітря – 1%;
- каталітичного спалення – 7%;
- термохімічного спалення – 2,5%;
- автоматизації процесу – 0,5-1,5%;
- модернізації пальникових пристроїв – 0,5-1%;
- інтенсифікації топкового теплообміну – 5%;
- утилізації теплоти газів, що відходять – 8%.

*Економія палива за рахунок використання теплоти з низьким потенціалом, вторинних енергоресурсів та відновлюваних джерел енергії:*

- використання геліоустановок у системах опалення та ГВП;
- впровадження сонячних пасивних систем опалення;
- впровадження теплових pomp, що використовують низькотемпературний потенціал для теплопостачання.

*Основні заходи з енергозбереження під час транспортування теплової енергії*

Зменшення втрат у теплових мережах можливо за рахунок:

- встановлення попередньо ізольованих труб на 7-20%;
- встановлення децентралізованих котелень – 9-25%;

- встановлення приладів обліку з регулюванням – 2-6%;
- заміщення чотиритрубної системи теплопостачання на двотрубну з використанням сучасних пластинчатих бойлерів – 12-25%.

## **2. Заходи по зниженню втрат тепла та підвищенню ефективності систем теплопостачання**

Системи опалення, вентиляції й кондиціонування повітря для суспільних і промислових будівель є найбільшими споживачами теплової енергії. Тому вдосконалювання цих систем має першочергове значення для підвищення енергоефективності будівель і зниження витрат енергії на створення в них комфортних параметрів.

Заходи щодо енергозбереження в системах опалення, вентиляції й кондиціонування повітря умовно можна поділити на чотири групи:

1. Організація обліку й контролю з використання енергоносіїв, що дозволяє виявити фактичне споживання теплової енергії, що може відрізнитися від проектного теплового навантаження будівель і споруд. За відсутності приладового обліку теплопостачальні організації часто використовують систему тарифів і питомих нормативів опалення із понижуючими коефіцієнтами, що призводить до перевищення обсягів теплової енергії, за яку платить споживач.

2. Об'ємно-планувальні, будівельно-конструктивні заходи щодо енергозбереження – їх реалізація може бути пов'язана з: вибором орієнтації будинку щодо сторін світу; вибором форми будинку в плані й по вертикалі, застосуванням сонцезахисних пристроїв; зменшенням 15 витрат енергії на штучне освітлення; вибором ступеня й характеру засклення.

3. Технічні заходи енергозбереження: удосконалювання інженерних систем та їхніх елементів – удосконалення інженерних систем і їхніх елементів: місцевого й центрального теплопостачання, водопостачання, опалення, гарячого водопостачання, вентиляції, кондиціонування.

4. Енергозбереження шляхом утилізації природної теплоти й холоду, використання вторинних енергоресурсів, зменшення теплових втрат. Наприклад, уточнення розрахункових умов; зменшення інфільтрації; зниження втрат; використання попереднього нагрівання й охолодження теплоносіїв; комбінування систем між собою і з іншими системами; автоматизація процесів теплопостачання й підготовки повітря; якісне й кількісне регулювання.

Основні напрями і способи збереження теплової енергії це: підвищення ефективності систем тепlopостачання та зниження тепловтрат при транспортуванні і споживанні теплової енергії.

Заходи по зниженню втрат тепла та підвищенню ефективності систем тепlopостачання:

*джерело тепlopостачання*

- використання сучасного обладнання з високим ККД тепло генерації;
- використання вузлів обліку теплової енергії;
- використання когенерації;
- встановлення індивідуальних (модульних) теплових пунктів з регулюванням кількості теплоносія, який подається;
- зменшення витрат енергії та тепла на власні потреби;

*теплові мережі*

- застосування високотехнологічної теплової ізоляції мереж, з встановленням попередньоізольованих спіненим поліуретаном в пластиковій оболонці труб, яка здатна зменшити втрати теплоти у довкілля при надземній прокладці в 10-15 разів, а при підземній у 3-5 разів;
- скорочення шляху теплоносія від виробника до споживача теплової енергії (встановлення міні котелень у споживачів);
- оптимізація гідравлічних режимів тепломереж;
- заміщення чотиритрубної системи тепlopостачання на двотрубну з використанням сучасних пластинчатих бойлерів.

*споживачі*

- належна ізоляція опалюваних приміщень: виконання робіт з утеплення теплоізолюючими матеріалами стін, стелі і фундаменту;
- встановлення енергоефективних дверей і вікон;
- використання систем місцевого регулювання опалювальних приладів: встановлення термостатичних вентилів на радіаторах опалення;
- переведення будинків в режим нульового споживання тепла для опалення, за рахунок встановлення в приміщеннях системи припливно-витяжної вентиляції із застосуванням рекупераційних та теплонасосних систем;
- регулярне проведення гідравлічних промивок внутрішньої системи опалення, що підвищує рівень тепловіддачі;
- встановлення приладів комерційного обліку теплової енергії.

## **Лекція 9. Енергозбереження в системах електропостачання та освітлення**

### **План**

1. Основні напрямки економії електроспоживання
2. Енергозаодження в системі освітлення

#### **1. Основні напрямки економії електроспоживання**

Економічний потенціал енергозбереження визначається як технічно можливе й економічно доцільне зниження споживання енергії без зменшення обсягів виробництва шляхом реалізації енергозберігаючих заходів, упровадження енергоекономних технологій, техніки, залучення в енергобаланс нетрадиційних джерел енергії. У зв'язку з цим виділяють наступні основні напрямки й заходи щодо економії електроенергії:

- 1) скорочення втрат в електричних мережах;
- 2) регульований електропривод – ревізія і точне узгодження привода з навантаженням; розробка і впровадження регульованих електроприводів; використання систем регулювання на працюючих приводах;
- 3) енергоекономні системи і засоби освітлення приміщень - заміна ламп накалювання компактними люмінесцентними лампами з високою світловою віддачею; використання систем регулювання освітлення;
- 4) впровадження енергоекономних електротехнологій замість традиційних (механічних чи теплових);
- 5) організація експлуатації електро- і енергоустаткування, а також якісного і своєчасного ремонту;
- 6) впровадження енергоекономних освітлювальних, опалювальних і інших систем, приладів і технічних засобів у побуті й соціальній сфері - нові енергоекономні технічні засоби, електрифікована побутова техніка; акумуляційні системи для опалення і нагрівання води;
- 7) економія електроенергії в електротеплових процесах виробництва;
- 8) використання рослинних і деревних відходів для вироблення газоподібного і рідкого палива, які частково використовуються для виробництва електроенергії – одержання біогазу з відходів тваринництва, а також генераторного газу і рідкого палива, використання їх для вироблення електроенергії;

9) використання поновлюваних джерел енергії для перетворення їх в електричну енергію – фотоелектричні установки; вітроенергетичні установки; гідроелектростанції;

10) реалізація орг і техзаходів обліку та економії електроенергії – пооб'єктний облік витрати електроенергії; багатотарифна система обліку; заохочення за економію і штрафи за перевитрату енергії; засоби регулювання параметрів електрифікованих процесів і витрати електроенергії.

## **2. Енергозаодження в системі освітлення**

Хоча в загальному споживанні енергії в промисловості частка освітлення невисока, проекти по установці ефективної системи освітлення все-таки мають високу економічну ефективність. Найчастіше на даному промисловому підприємстві використовуються лампи розжарювання і ртутні лампи. Вони не є найефективнішими. Заміна на флуоресцентне освітлення або натрієві лампи звичайно має строк окупності менш 5 років при існуючих в Україні тарифах на електроенергію. За рахунок установки енергоефективних ламп можна одержати й інші дуже важливі вигоди: такі лампи знижують витрати на експлуатацію і технічне обслуговування, тому що вони служать довше, ніж традиційні лампи, і з їх допомогою можна підвищити безпеку на робочому місці за рахунок забезпечення кращого освітлення при споживанні меншої кількості енергії. Установка ефективної системи освітлення може також свідчити про те, що підприємство зацікавлене у впровадженні програми енергоефективності в цілому і готове до цього. З психологічної точки зору це треба розглядати як позитивний фактор для впровадження програми підвищення енергоефективності на підприємстві. Першим кроком до підготовки модернізації системи освітлення є оцінка потреби у освітленні.

Технологія освітлення лампами розжарювання є найбільш старою і самою неефективною. Вартість ламп розжарювання невисока, але втрати протягом усього періоду служби не конкурентноздатні в порівнянні з флуоресцентними лампами. Застосування флуоресцентних ламп у промисловості є гарним енергозберігаючим заходом для внутрішнього освітлення. При зовнішнім освітленні ртутні лампи можуть бути замінені натрієвими лампами високого або низького тиску. Натрієві лампи низького тиску є найбільш ефективними серед інтенсивних газорозрядних ламп (до таких ламп відносять ртутні лампи, металогалогенні і натрієві лампи високого тиску). Однак натрієві лампи низького тиску забезпечують недостатню передачу кольору. Натрієві лампи високого тиску є проміжним варіантом: вони більш ефективні в порівнянні з ртутними лампами, але на 60 % менш ефективні, чим натрієві лампи низького тиску. Рівень інтенсивності

освітлення натрієвими лампами високого тиску не є найвищим, але інтенсивність освітлення цими лампами вище, ніж натрієвими лампами низького тиску. Приймаючи рішення про вибір системи освітлення, необхідно належну увагу приділити баластам, оскільки вони мають безпосередній вплив на інтенсивність освітлення (і, зрозуміло, на його ефективність). Усі системи освітлення, крім ламп розжарювання, вимагають використання баластів. Існує два типи баластів для систем освітлення флуоресцентними лампами: магнітні й електронні. Останні є найбільш ефективними. Лампи з високоінтенсивним розрядом також вимагають застосування баластів, але з меншою кількістю варіантів вибору. Для того щоб одержати точні результати при оцінці витрат і вигод проекту по впровадженню систем освітлення, дуже важливо врахувати вартість як баласту, так і додаткової електричної енергії, що споживається ним.

Крім заміни системи освітлення, існує ряд інших енергозберігаючих заходів. Вимикання світла при відсутності необхідності в ньому – найпростіше рішення проблеми енергозбереження. Системи автоматичного регулювання можуть бути встановлені з метою відключення системи освітлення при відсутності в приміщенні працівників. Використання місцевого освітлення також забезпечує економію енергії. Сконцентрувавши світло на робоче місце (звичайно, установивши систему освітлення якнайближче до робочого місця). Регулярне технічне обслуговування може підвищити рівень продуктивності і збільшити інтенсивність освітлення при мінімальних витратах. Арматура люмінесцентних ламп також може бути модернізована при використанні рефлекторів для підвищення ефективного використання освітлення.

## Література

1. Енергетична стратегія України на період до 2030 р. Затверджена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 № 1071.
2. Закон про засади функціонування ринку електричної енергії України № 663-УІІ від 24.10.2013 № 663-УІІ.
3. Відновлювальні джерела енергії у локальних об'єктах / Ю.І. Якименко, Є.І. Сокол, В.Я. Жуйков, Ю.С. Петергеря, О.Л. Іванін. - К.: ІВЦ „Політехніка”, 2001. - 114 с.
4. Праховник А. В. Енергозбереження в промисловості. Частина 1 [Електронний ресурс]: навчальний посібник / А. В. Праховник, О. М. Суходоля, С. П. Денисюк [та ін.]; НТУУ «КПІ». – Електронні текстові дані. – Київ: НТУУ «КПІ», 2011, <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/1612>.
5. Енергозбереження і енергоефективність. Конспект лекцій для студентів напрямку підготовки 6.050802 «Електронні пристрої та системи». - К.: НТУУ “КПІ”, 2014. – 106 с.
6. Енергозбереження в теплопостачанні: текст лекцій для студентів спеціальності “Теплоенергетика” [Електронний ресурс]/ М.Ф. Боженко. Вид. 2-е, перероб. і доп. – Київ: НТУУ «КПІ», ТЕФ, 2015. - 225 с.
7. Енергозберігаючі технології в енергетиці: навч. посіб./ Л.Н. Добровольська, Д.С. Собчук, В.В. Черкашина – Луцьк: Вежа-Друк , 2021. – 192 с.

## Зміст

Лекція 1. Вступ. Актуальність раціонального використання енергетичних ресурсів в Україні та в світі .....	3
Лекція 2. Класифікація енергетичних ресурсів.....	9
Лекція 3. Лекція 3. Енергетичний баланс промислового підприємства .....	16
Лекція 4. Лекція 4. Енергоощадні технології в паливо- та ресурсовидобувній промисловості.....	22
Лекція 5. Енергоощадні технології в енергетиці.....	28
Лекція 6. Енергоощадні технології в харчовій промисловості.....	36
Лекція 7. Основні шляхи енергозбереження в технологічних агрегатах.....	53
Лекція 8. Енергозбереження в системі тепlopостачання.....	55
Лекція 9. Енергозбереження в системах електропостачання та освітлення....	58
Література.....	61

Енергоощадні технології [Текст]: конспект лекцій для здобувачів освітньо-кваліфікаційного рівня фаховий молодший бакалавр, галузь знань 13 Механічна інженерія спеціальності 133 Галузеве машинобудування денної форми навчання / уклад. Н.Г.Остапук. – Любешів: ВСП «Любешівський ТФК ЛНТУ», 2023. – 63 с.

Комп'ютерний набір і верстка : Н.Г. Остапук

Редактор: Н.Г.Остапук

Підп. до друку \_\_\_\_\_ 2023 р. Формат А4.

Папір офіс. Гарн. Таймс. Умов. друк. арк. \_\_\_\_\_

Обл. вид. арк. \_\_\_\_\_ Тираж 15 прим.