

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО  
ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРОМЕХАНІКИ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ  
І СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ЩОДО ВИКОНАННЯ РОЗДІЛУ  
**«ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ»**  
У ДИПЛОМНИХ ПРОЕКТАХ (РОБОТАХ)  
ДЛЯ СТУДЕНТІВ ДЕННОЇ ТА ЗАОЧНОЇ ФОРМ НАВЧАННЯ  
ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ  
7.05070204 – «ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА  
ЕЛЕКТРОПРИВОД»  
7.05070207 – «ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ЕНЕРГОСМНИХ  
ВИРОБНИЦТВ»

Методичні вказівки щодо виконання розділу «Енергоресурсозбереження» у дипломних проектах (роботах) для студентів денної та заочної форм навчання зі спеціальностей: 7.05070204 – «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод», 7.05070207 – «Електромеханічне обладнання енергоємних виробництв».

Укладачі: к.т.н., доц. В.О. Огарь,  
асист. Ю.О. Алексеєва

Рецензент д.т.н., проф. Д.Й. Родькін

Кафедра САУЕ

Затверджено методичною радою Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського

Протокол №\_\_\_\_ від\_\_\_\_\_

Голова методичної ради \_\_\_\_\_ проф. В. В. Костін

## ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Загальні положення.....	5
2 Зміст розділу «Енергоресурсозбереження».....	10
2.1 Постановка проблеми. Аналіз існуючого стану з енергоресурсозбереження. Розробка заходів з енергоресурсозбереження.....	12
2.2 Оцінка ефективності заходів з енергозбереження.....	17
2.3 Висновки.....	19
3 Приклад виконання розділу «Енергоресурсозбереження»: Ефективність автоматизованого електропривода насосної станції міської системи водопостачання.....	20
Список літератури.....	32
Додатки.....	36
Додаток А Перелік чинних законодавчих та нормативних документів у сфері енергозбереження.....	37
Додаток Б Основні терміни і поняття.....	45

## ВСТУП

Методичні вказівки встановлюють вимоги до змісту і оформлення розділу «Енергоресурсозбереження» (ЕРЗ) у дипломних проектах (роботах) для студентів денної та заочної форм навчання зі спеціальностей: 7.05070204 – «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод», 7.05070207 – «Електромеханічне обладнання енергоємних виробництв».

Дане видання підготовлено відповідно до Закону України про енергозбереження / Відомості Верховної Ради (ВВР), 1994, N 30, ст. 283, (зі змінами №783-XIV (783-14) від 30.06.99, ВВР, 1999, №34, ст. 274) та рекомендації ДЕК № 63 2009 року щодо удосконаленню структури і змісту дипломних проектів.

Розробка розділу «Енергоресурсозбереження» у дипломних проектах (роботах) виконується на основі програм дисциплін: «Системи промислового енергозбереження», «Системи енергоресурсозбереження в електроприводі», «Енергоспоживання, енергокерування енергоємних установ», «Системи енергокерування в електромеханічних комплексах», «Системи енергокерування в енергоємних виробництвах», і знань, отриманих ними при вивченні циклів професійних та практичних дисциплін підготовки бакалавра і спеціаліста.

## 1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1 Виконання в дипломному проекті (роботі) розділу «Енергоресурсозбереження» вчить випускника теоретичним знанням і практичним навичкам, необхідним для:

- вибору засобів енергоресурсозбереження в електромеханічних системах технологічних комплексів;
- обґрунтування складу і оцінки показників ефективності при розробці та впровадженні технічного рішення;
- проведення енергетичної оптимізації електроприводів у сталих і перехідних режимах;
- оцінки кількісних показників якості перетворення енергії в силовому каналі електромеханічної системи з використанням апарата миттєвої потужності в задачах енергокерування, діагностики та ідентифікації;
- керування реактивною потужністю електропривода технологічної установки;
- організації та проведення енергетичних обстежень з метою визначення потенціалу енергозбереження на підприємстві та складання програми енергозбереження.

1.2 У пояснювальній записці дипломного проекту (роботи) питання ЕРЗ викладаються в окремому розділі, що називається «ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ», який має наступні підрозділи:

Х.1. Постановка проблеми. Аналіз існуючого стану з енергоресурсозбереження. Розробка заходів з енергоресурсозбереження.

Х.2. Оцінка ефективності заходів з енергозбереження.

Х.3. Висновки.

де Х – номер розділу «Енергоресурсозбереження» у пояснювальній записці.

1.3 У тому випадку, якщо один з підрозділів глави «Енергоресурсозбереження» розробляється студентом у якості спеціального

питання в основній частині, то у розділі ЕРЗ на цей матеріал робиться відповідне посилання, інші підрозділи виконуються в повному обсязі.

Матеріали розділу ЕРЗ необхідно виконувати в поєднанні з іншими розділами дипломного проекту (роботи). Тому питання розділу «Енергоресурсозбереження» повинні розкриватися при техніко-економічному обґрунтуванні дипломного проекту (роботи) і в його основних частинах: технологічній, графічній та ін.

Висновки за розділом ЕРЗ повинні висвітлюватися в доповіді при захисті дипломного проекту (роботи) перед державною екзаменаційною комісією.

1.4 При виконанні дипломних проектів (робіт) на лабораторному обладнанні структура розділу ЕРЗ в пояснювальній записці залишається незмінною. При цьому питання енергоресурсозбереження можуть розглядатися стосовно до умов навчального чи лабораторного приміщення і тієї установки, на якій виконується робота.

Якщо об'єкт дослідження пов'язаний з технологічним процесом виробництва на підприємстві, то повинні бути приведені загально організаційні заходи в галузі енергозбереження на підприємстві з урахуванням принципів енергозберігаючої політики держави та вимог державного нагляду за ефективним використанням енергетичних ресурсів, а також описані та обґрунтовані розроблені заходи, що направлені на ефективне використання енергетичних ресурсів (см. п.1.10).

1.5 Основоположними документами при розробці розділу ЕРЗ є:

- Закон України «Про енергозбереження» № 34 від 30.06.99 р.;
- Постанова Кабінету Міністрів України від 01.03.2010 №243 «Про затвердження Державної цільової економічної програми енергоефективності на 2010-2015 роки»;
- ДСТУ, рекомендації по стандартизації, методичні вказівки та інші діючі нормативні документи, що відповідають статусу національних стандартів, технічних регламентів, інших документів технічного регулювання в Україні.

Посилання у тексті розділу ЕРЗ на відповідні нормативні документи обов'язкове.

1.6. Вся нормативна та технічна література, яка використовується в розділі ЕРЗ, наводиться в загальному списку використаних джерел пояснювальної записки дипломного проекту (роботи).

1.7. Література, яка може бути використана при виконанні розділу ЕРЗ, наведена у списку рекомендованої літератури [1-52] та додатках. Після переліку літератури приведені адреси Web-сайтів в Інтернеті, де є інформація з енергоресурсозбереження.

1.8 Схеми, ескізи, таблиці, рисунки та інші пояснювальні матеріали розділу ЕРЗ можуть виконуватися на окремих аркушах у додатку або в загальному тексті розділу ЕРЗ. Основні принципові рішення (енергозберігаючі заходи), як і основні показники з ЕРЗ, рекомендується представляти на окремому аркуші графічної частини дипломного проекту (роботи).

1.9 Оформлення тексту розділу ЕРЗ повинно відповідати оформленню тексту пояснювальної записки дипломного проекту (роботи). Загальні вимоги до оформлення пояснювальної записки дипломного проекту (роботи) викладені в [3]. Розділ дипломного проекту ЕРЗ повинен становити 10-12 сторінок.

1.10 Під час переддипломної практики студенти повинні ознайомитися з проблемою енергоресурсозбереження об'єкта дослідження чи організацією роботи з енергозбереження. На підприємстві зібрати наступні відомості щодо:

- фактичних показників роботи енергоспоживаючого обладнання, технологічних процесів; зіставити ці показники з проектними, середньогалузевими, середньосвітовими чи досягнутими в окремих країнах;
- заходів у програмі енергозбереження підприємства, складених за результатами його енергетичного обстеження;
- потенціалу енергозбереження на підприємстві (обсягах паливно-енергетичних ресурсів, що нерационально використовуються);

- основних показників діяльності підприємства в обсязі енергетичного паспорта промислового споживача паливно-енергетичні ресурсів або енергетичного паспорта організації;
- наявності систем і вузлів комерційного та внутрішньозаводського обліку витрачання енергоресурсів;
- наявності системи двухтарифного обліку витрати електроенергії за часом доби;
- діючих тарифів на паливно-енергетичні ресурси;
- показників нормування питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів у конкретному цеху, технологічному процесі;
- основних принципів стимулювання скорочення питомого споживання та раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів.

Під час переддипломної практики матеріали, необхідні для виконання розділу ЕРЗ дипломного проекту (роботи) можна отримати у відділах, підрозділах підприємства: головного енергетика, виробничо-технічному, проектно-технологічному, архіві, плановому, енергетичних цехах та ін. При зборі даних слід особливу увагу приділити вивченню енергетичного та екологічного паспортів підприємства, цехів, технічного паспорту котельної, звітів про проведені енергетичних обстежень (енергоаудитах).

1.11 При виконанні дипломного проекту (роботи) студенту доцільно використовувати наступну схему: попередньо ознайомитися з відповідними законодавчо-нормативними актами, публікаціями і на основі вже наявних, а також зібраних в період переддипломної практики матеріалів, нормативів, показників ефективності оформляти розділ ЕРЗ в дипломному проекті (роботі).

1.12 Розділ ЕРЗ дипломного проекту (роботи) виконується під керівництвом викладача – консультанта кафедри або викладача (керівника роботи).

1.13 З наведених вище рекомендацій студент повинен вибрати ті напрямки, які мають безпосереднє відношення до виконуваної роботи. При цьому остаточний обсяг і зміст розділу ЕРЗ визначається консультантом



(керівником роботи). При необхідності, за погодженням з консультантом (керівником роботи), у завдання можуть бути включені і додаткові питання, не передбачені даними методичними вказівками.

1.14. Підготовлений розділ ЕРЗ представляється студентом консультанту в строк не пізніше 10 днів до захисту проекту (роботи). Матеріали (дані), пов'язані з розділом ЕРЗ, але наведені в інших розділах пояснювальної записки, також повинні бути представлені викладачеві-консультанту.

1.15. Підписи викладач-консультант ставить на титульному аркуші пояснювальної записки до дипломного проекту (роботи), завданні на дипломне проектування, кресленні (при наявності) і розділі ЕРЗ.

## 2 ЗМІСТ РОЗДІЛУ «ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ»

Під поняттям *енергозбереження* розуміють діяльність (організаційну, наукову, практичну, інформаційну), яка спрямована на раціональне використання та економне витрачання первинної та перетвореної *енергії* і природних енергетичних ресурсів і яка реалізується з використанням технічних, економічних та правових методів.

Однак теорія енергозбереження в сформованих умовах не повністю характеризує проблему. Поряд з економією електроенергії важливим фактором є економія матеріальних *ресурсів* у процесах, пов'язаних з виробництвом. Це досить складне питання, що охоплює електромеханічну, електротехнічну систему в цілому [42].

Достатньо чіткими *складовими енергоресурсозбереження* є безпосередньо *енергоспоживання, енерговикористання та енергоуправління*.

*Енергоспоживання* – процес формування складових потужності на вході джерела живлення при роботі системи електропривода. Найчастіше, цей процес може бути охарактеризований залежностями активної потужності, реактивної складової потужності і потужності спотворення від швидкості і моменту двигуна.

*Енерговикористання* – використання потужності, споживаної з мережі. Цей показник характеризує якісну сторону процесу енергоспоживання. Він показує наскільки ефективно використання потужності, що йде на вал робочої машини. Іншою стороною енерговикористання є явище розподілу втрат. Цей показник важливий, тому що визначає робочий режим електродвигуна, його робочу температуру і надійність.

*Енергоуправління* – процес формування режимів енергоспоживання за допомогою технічних пристроїв і систем, що впливають на коло управління електродвигуном, перетворювальними пристроями, що живлять їх. До енергоуправління відносять управління перерозподілом втрат в електричних двигунах, оптимізацію втрат, мінімізацію нагріву активних частин електричної

машини, зниження рівнів споживаної реактивної потужності і генерування гармонік струму. При цьому слід мати на увазі те, що зазначені вище позитивні властивості, система електропривода набуває не за рахунок використання деяких інших технічних засобів, а за рахунок використання регулювальних можливостей системи електропривода.

Структура процесів при вирішенні *задач енергоресурсозбереження* представлена на рис.1. [42].

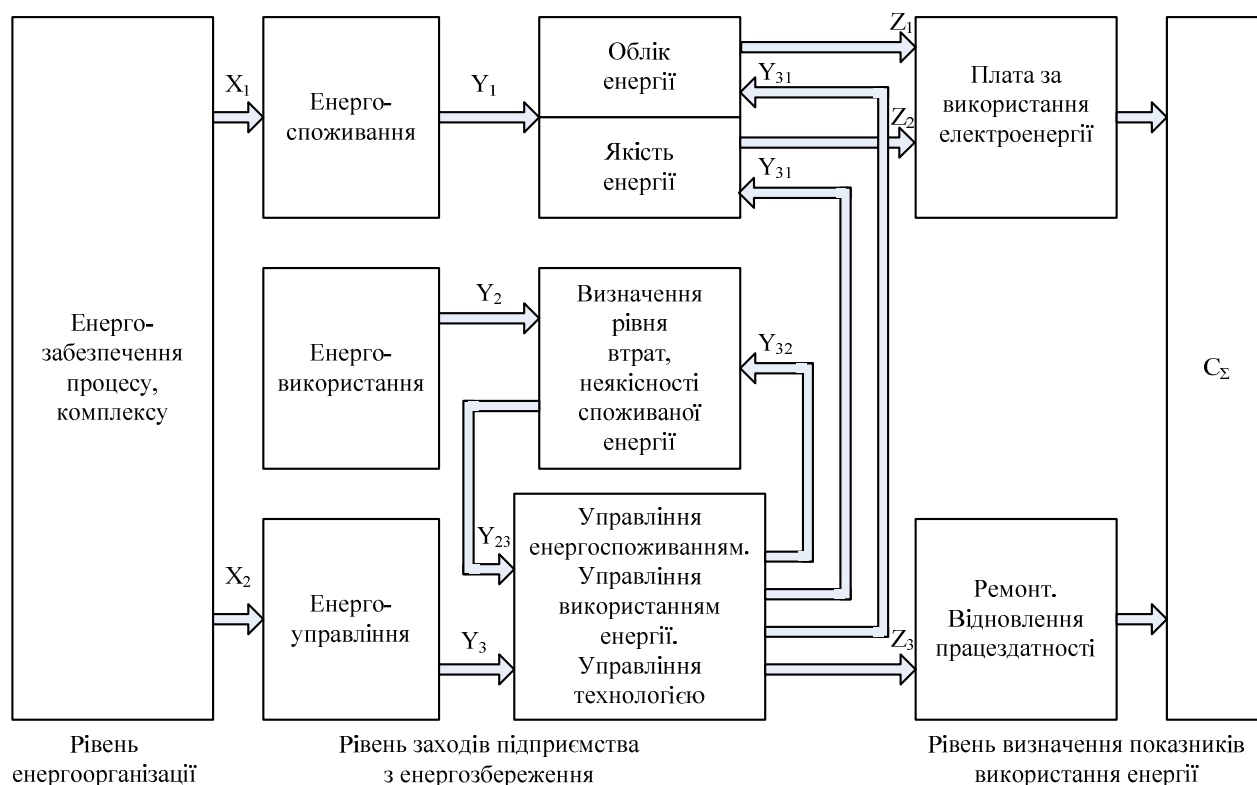


Рисунок 1 – Структура процесів при вирішенні задач енергозбереження

Вона охоплює як електропостачальну організацію, так і безпосередньо виробничий процес з фінансовою оцінкою його діяльності.

Основними *критеріями* при реалізації ЕРЗ є:

- керуваність процесу споживання електричної енергії;
- знання, уміння визначати параметри використання електричної енергії, включаючи втрати в елементах конструкції електричних машин і апаратів;
- керуваність процесом споживання електричної енергії технологічними механізмами для досягнення мети ЕРЗ із заданими характеристиками.

Під керованістю процесом споживання з боку енергопостачальної організації слід розуміти узгоджене або неузгоджене відключення споживачів з метою отримання необхідних якісних, кількісних характеристик електричної енергії, що відпускається. Цей процес може бути як договірним, узгодженим, так і примусовим.

Управління енергоспоживанням з боку споживача представляється сукупністю цілеспрямованих дій з метою отримання заданих характеристик процесу шляхом впливу на керуючі органи і системи технологічного механізму, електромеханічних систем, пов'язаних загальним ланцюгом з технологічними пристроями.

Керованість, як поняття, доцільно розглядати як пристосованість системи до змінених зовнішніх умов, включаючи фінансові. Керованість, у відповідності зі сказаним є основною умовою реалізації ЕРЗ пристроїв, систем і технологій.

## **2.1. Постановка проблеми. Аналіз існуючого стану з енергоресурсозбереження.**

У цьому підрозділі, з урахуванням положень директивних документів з енергозбереження, розкриваються основні принципи енергозберігаючої політики держави в цілому і стосовно розглянутого технологічного процесу, устаткування, технічної проблеми, що вирішується.

Виконується аналіз фактичного балансу споживання енергетичних ресурсів. Необхідні дані можуть бути отримані з енергетичного паспорту підприємства.

**Об'єктами дослідження**, які розглядаються у розділі ЕРЗ дипломних проектах (роботах), можуть бути наступні технологічні установки:

*підйомні установки (крани, ліфти);*

*вентиляторні установки;*

*водовідливні установки;*

*компресорні установки;*

*конвеєрні установки (стрічкові та скребкові конвеєри, ескалатори) та інші.*

Об'єктами на підприємстві можуть бути:

– виробниче обладнання, машини, установки, агрегати, які споживають паливно-енергетичні ресурси, перетворюють енергію з одного виду в інший для виробництва продукції, виконання робіт (послуг);

– технологічні процеси, пов'язані з перетворенням та споживанням енергії;

– технологічні процеси, пов'язані з витрачанням енергетичних ресурсів на допоміжні потреби (освітлення, опалення, вентиляцію) і ін.

Якщо на підприємстві (об'єкті) використовуються вторинні енергоресурси та / або місцеві (поновлювані) джерела енергії, навести відомості про їх використання.

При виконанні дипломних робіт, а також проектів, пов'язаних з розробкою лабораторних комп'ютеризованих або віртуальних комплексів, перераховуються можливі енергоресурсозберігаючі заходи, з оцінкою їх ефективності, які можуть бути використані в проєктованому чи модернізованому виробництві.

### **Розробка заходів з енергоресурсозбереження**

Перераховуються основні напрямки енергозберігаючих заходів в розглянутій технологічній схемі і обладнанні, вказуються, які з цих заходів були використані в дипломному проєкті при розробці розділу «Енергоресурсозбереження».

*При цьому рекомендується використовувати:*

– світовий досвід енергозбереження в даній галузі промислового виробництва;

– відомий галузевий досвід в Україні;

– результати енергетичних обстежень, проведених на даному підприємстві або на підприємствах, що випускають аналогічну продукцію;

Заходи, які найбільш часто використовуються на практиці в даний час:

а) використання сучасного обладнання і технологій;

- частотно-регульованого електропривода;
  - систем полегшеного та керованого запуску потужних двигунів змінного струму;
  - систем інтелектуального захисту електричних машин;
  - активних регульовальних пристроїв (гідротурбіни з засобами регулювання потужності);
- б) прогноз ефективності роботи електродвигунів і установок;
- в) перехід на альтернативні джерела енергопостачання;
- г) перехід на комбіноване вироблення електричної енергії;
- д) використання вторинних носіїв енергії.

Основні шляхи енергоресурсозбереження засобами електропривода наступні [6, 11, 12, 21-23].

*Вдосконалення процедури вибору двигуна для конкретної технологічної установки з метою дотримання номінального теплового режиму двигуна при експлуатації.*

Відомо, що в окремих підгалузях промисловості аварійність електродвигунів коливається від 20 до 60 - 70% в рік, причому зазначені показники відрізняються навіть у разі однотипних підприємств або виробництв. Характерно, що при загальному спаді виробництва кількість аварійних виходів машин не зменшується, а зростає.

З урахуванням недовантаження електричних машин в нормальному технологічному режимі на 20 - 25% і зниженні продуктивності в 2,5 - 3 рази, витрати на ремонт двигунів (при напрацюванні на відмову 4000 год) впритул наближаються до вартості електроенергії, яку спожив би двигун за час експлуатації між двома ремонтами. З урахуванням транспортних та інших витрат, пов'язаних з аварійним виходом двигунів з ладу, питомі витрати на ремонт наближаються до відповідного показника для нових заводських машин.

*Підвищення економічності масового нерегульованого електропривода - перехід на енергозберігаючі двигуни і двигуни поліпшеної конструкції, спеціально призначені для роботи з регульованим електроприводом.*

*Усунення проміжних передач.*

*Підвищення ефективності роботи електропривода, тобто вибір раціональних режимів роботи і експлуатації електроприводу. Сюди входять:*

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

*Вибір раціонального типу електропривода для конкретної технологічної установки і переході від нерегульованого електропривода до регульованого. При неповному навантаженні робота з постійною швидкістю характеризується підвищеною питомою витратою електроенергії в порівнянні з номінальним режимом.*

Зниження швидкості механізмів безперервного транспорту при недовантаженні дозволяє виконати необхідну роботу з меншою питомою витратою електроенергії. У цьому випадку економічний ефект з'являється також за рахунок поліпшення експлуатаційних характеристик технологічного обладнання. Так, при зниженні швидкості зменшується знос тягнучого органу транспортера, збільшується термін служби трубопроводів за рахунок зниження тиску і т.п. Ефект у сфері технології часто виявляється істотно вище, ніж за рахунок економії електроенергії. З іншого боку, висувається безпідставне бажання використовувати плавно регульовані системи приводу з великим діапазоном регулювання для цих установок. В той же час досить великий

діапазон регулювання продуктивності для механізмів з вентиляторним характером навантаження можна отримати при діапазоні зміни швидкості, що не перевищує 20%.

*Поліпшення якості електроенергії засобами силової перетворювальної техніки регульованого електроприводу.*

*Економія електроенергії робочими установками і механізмами за рахунок підвищення ефективності виконання технологічного процесу.* Він включає в себе такі основні заходи:

- узгодження режимів роботи установки при зміні навантаження;
- підвищення ККД установки;
- регулювання продуктивності установки;
- виконання оптимальної циклограми й упорядкування графіка навантажень;
- забезпечення нормованого завантаження (для підйомних машин, конвеєрів і т.д.);
- контроль стану технологічної установки;
- застосування досконалих видів електропривода;
- організаційні заходи.

Також слід приділяти увагу в першу чергу:

- керуванню режимами енергоспоживання, активного формування графіків навантаження у період його максимуму;
- керування енергоспоживанням за рахунок формування раціональних режимів напруги мережі;
- поточній діагностиці електричних двигунів, що змінюють свої експлуатаційні характеристики у реальних виробничих умовах;
- моніторингу обладнання, який дозволяє виключити непродуктивні витрати на ремонт і збитки від незапланованих простоїв;
- можливості переходу на двоставкові тарифи (або тризонні) з оплати спожитої електроенергії;
- використанні енергії перепаду температур води;



- більш глибоке використання теплоти відхідних газів паливо-споживаючих агрегатів
- розглянути можливість зниження матеріалоемності затрат за рахунок підвищення надійності технологічного обладнання (зменшення зносу робочих колес насосів, трубопроводів і т.п.);
- підвищення якості і зниження кількості браку продукції;
- покращення культури праці і т.д.

При виконанні дипломного проекту, пов'язаного з розробкою або реконструкцією об'єкта (цеху, дільниці, машини, апарати), показники енергоспоживання слід привести у порівнянні: до і після реконструкції об'єкта, бажано за показником «енергоемність виробництва продукції». При цьому доцільно вказати, чим викликані зміни в обсягах споживання ПЕР, а також можливі зміни в структурі споживання енергоносіїв.

Якщо в результаті аналізу виявиться, що розроблена технологія, пристрій є більш енергоемними, то таке рішення повинне мати техніко-економічне обґрунтування.

Якщо об'єктом для розділу ЕРЗ є АСКОЕ, то доцільно навести відомості за питомими показниками енергоспоживання до і після освоєння АСКОЕ.

Таким чином, у даному підрозділі студентом виконується аналіз заходів з енергозбереження, в першу чергу ті, які витікають із оцінки показників енергетичної ефективності розглянутого об'єкта, виконаного при постановці проблеми енергоресурсозбереження.

## **2.2 Оцінка ефективності заходів з енергозбереження**

У даному підрозділі робиться оцінка показників енергетичної ефективності технічного рішення для розглянутого об'єкта (бажано в зіставленні з базовим варіантом чи з кращими українськими та середньосвітовими показниками) або аналізується фактичний баланс споживання паливно-енергетичних ресурсів підприємства, цеху або виробничої дільниці

(при його наявності). Ці матеріали є основою для формування складових енергоресурсозбереження.

Доцільно виконати оцінку ефективності одного або двох заходів з енергозбереження, що забезпечують найбільший ефект. Дану роботу можна провести з використанням навчально-методичної літератури або за допомогою даних методичних вказівок.

Проблему підвищення ефективності електромеханічних систем необхідно вирішувати в комплексі, у взаємозв'язку розглядати енергетичну ефективність і надійність об'єкту (енергосистема-електропривод-технологічний механізм-споживач).

З урахуванням системного підходу до питання вирішення проблеми підвищення ефективності електромеханічних систем технологічних комплексів ефект від впровадження технічного рішення у загальному вигляді може базуватись на наступних **складових енергоресурсозбереження**:

$$C_{\Sigma ef} = C_{ef1} + C_{ef2} + C_{ef3} + C_{ef4} + C_{ef5} + C_{ef6} + C_{ef7} + \dots,$$

де  $C_{ef1}$  – ефект при оптимізації енергетичних режимів електропривода;

$C_{ef2}$  – ефект при використанні регульованого або керованого в пускових режимах електропривода;

$C_{ef3}$  – показник, що враховує зниження затрат на обслуговування, ремонт та збитки від простою обладнання (за рахунок підвищення надійності насосної станції);

$C_{ef4}$  – зниження затрат у формі платежів за участь у заявленому максимумі;

$C_{ef5}$  – зниження об'ємів непродуктивних витрат робочого продукту;

$C_{ef6}$  – зниження затрат фонду для оплати труда робітників за рахунок скорочення штату обслуговуючого персоналу технологічного об'єкту;

$C_{ef7}$  – ефект від зведення до мінімуму впливу мережі на електроприймачі і обернений вплив споживачів на мережу.

### **2.3 Висновки**

У даній заключній частині розділу ЕРЗ студент повинен сформулювати висновки про показники енергетичної ефективності розробленої ним нової технології, устаткування, системи управління і т.д. Вказати потенціал енергозбереження, який виявився нереалізованим в існуючій технології, обладнанні, системі і т.д.

Таким чином, комплексний підхід до визначення усіх складових ефекту: енергетичної, технологічної, соціальної і т.п., дозволить отримати об'єктивний вартісний показник технічного рішення з енергоресурсозбереження, який розраховується в економічній частині дипломного проекту (роботи).

### 3 ПРИКЛАД ВИКОНАННЯ РОЗДІЛУ «ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ»: «Ефективність автоматизованого електропривода насосної станції міської системи водопостачання»

#### 3.1 Аналіз режимів енергоспоживання насосних станцій

У зв'язку з існуючою проблематикою енергоресурсозбереження в народному господарстві України [21-24] все більше уваги приділяється впровадженню заходів, здатних забезпечити виконання основних технологічних процесів із значною, в порівнянні з існуючими традиційними підходами, економією енергоресурсів. Найбільш актуальним це питання є для систем комунального і промислового водопостачання, обладнаних енергоємними споживачами – насосними установками (НУ).

Насосні станції (НС) систем водопостачання і водовідведення є життєво важливими об'єктами житлово-комунального господарства країни і являють собою складний комплекс взаємозв'язаного електрогідравлічного обладнання, призначеного для своєчасного забезпечення споживачів водою в необхідній кількості із заданим тиском. До таких технологічних об'єктів пред'являються підвищені вимоги щодо забезпечення надійності їх функціонування.

НУ – основні споживачі електроенергії в системах міського водопостачання та водовідведення. У загальній вартості енергоресурсів, що споживаються водопровідно-каналізаційними підприємствами, 95% складає електроенергія, решта 5% – споживання інших енергоносіїв. У собівартості продукції (подача води і водовідведення) витрати на енергоносії становлять 50-60% [1, 31-33].

Сказане підтверджує аналіз діаграм енергоспоживання НУ (рис. 3.1), виконаний стосовно до НС міського водопостачання та водовідведення в умовах КП «Кременчукводоканал», який показав, що на частку насосних агрегатів (НА) доводиться до 94% всієї електроенергії, що витрачається

підприємством, решта 6% використовуються малопотужним допоміжним обладнанням.

Як впливає з нижче наведених діаграм (рис. 3.1, 3.2), середньорічний тариф на електроенергію за останні 5 років зріс у 5 разів; спостерігається тенденція збільшення середнього тарифу на подачу чистої води і на забезпечення водовідведення приблизно в 4 рази [1].

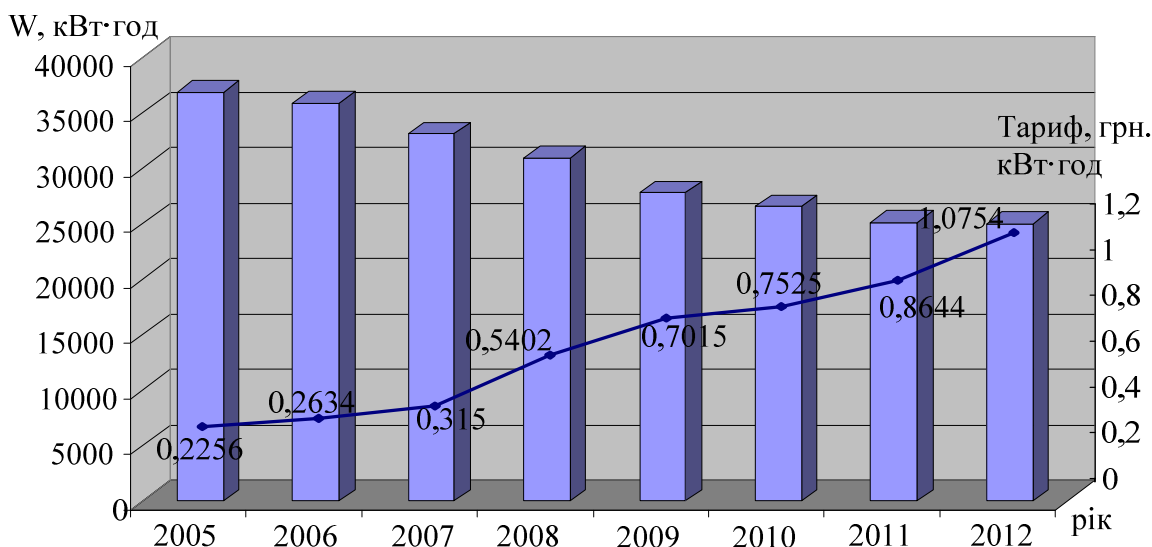


Рисунок 3.1 – Діаграма енергоспоживання та зростання середньорічного тарифу на електроенергію

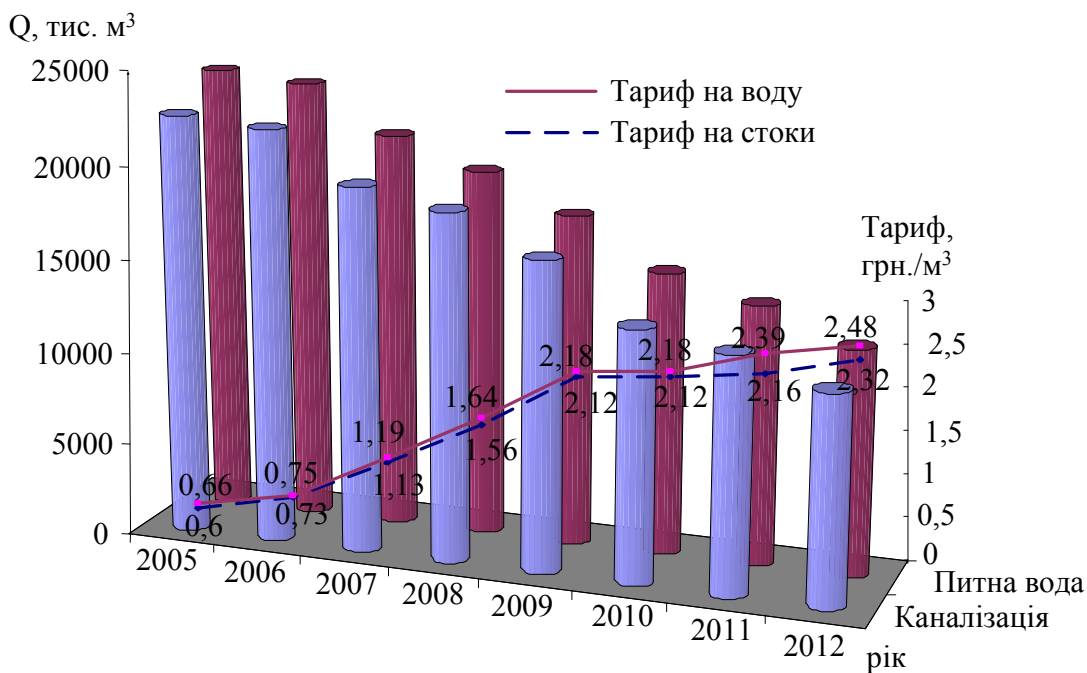


Рисунок 3.2 – Діаграма обсягів і зростання середньорічного тарифу на водопостачання, водовідведення

Аналіз діаграми розподілу витрат комунальним підприємством на подачу води споживачу (рис. 3.3) показав, що витрати на електроенергію становлять більшу половину всіх витрат підприємства.

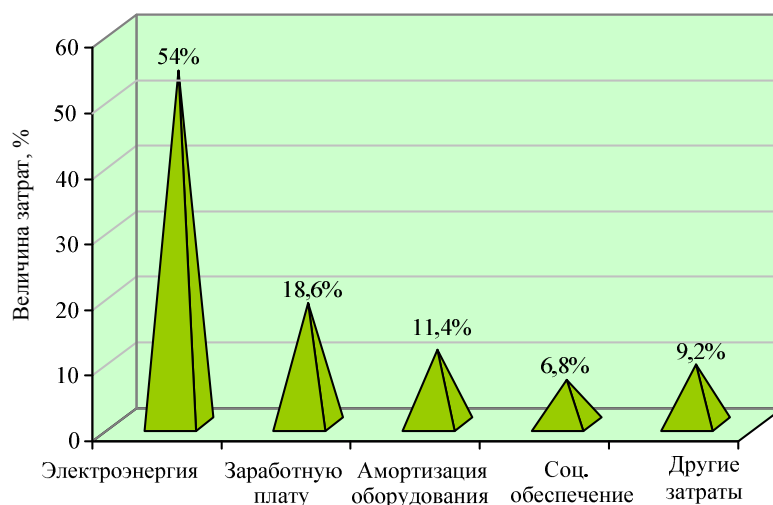


Рисунок 3.3 – Діаграма розподілу витрат на подачу води споживачу

З урахуванням вище сказаного, навіть невелике підвищення енергоефективності насосної установки може дати помітний результат, що дозволить знизити енергоспоживання насосних агрегатів, заощадити кошти на ремонт і обслуговування електромеханічних та гідравлічних вузлів технологічного обладнання.

Аналіз методів регулювання технологічних параметрів, виконаний у розділі 1, показав, що найбільш ефективним є зміна частоти обертання насосного агрегату, при цьому доцільною системою електроприводу є система перетворювач частоти-асинхронний двигун.

З урахуванням вищевикладеного, для підвищення енергоефективності роботи досліджуваного об'єкта запропонована автоматизована система керування електроприводом насоса на базі частотно-регульованого електроприводу.

### 3.2 Оцінка ефективності впровадження автоматизованого електроприводу міської системи водопостачання

Ефект від впровадження автоматизованого електроприводу міської системи водопостачання базується на таких складових:

$$C_{\Sigma ef} = C_{ef1} + C_{ef2} + C_{ef3} + C_{ef4} + C_{ef5},$$

де  $C_{ef1}$  – економія електроенергії при регулюванні продуктивності зміною частоти обертання насосного агрегату в порівнянні з дроселюванням потоку рідини в напірному колекторі;

$C_{ef2}$  – ефект від зниження витрат енергії за рахунок врахування зміни технічного стану обладнання шляхом прийняття рішення про доцільність подальшої експлуатації або заміни обладнання;

$C_{ef3}$  – зниження обсягів непродуктивних витрат води, витоків і зменшення скидання стічних вод в каналізацію;

$C_{ef4}$  – показник, що враховує зниження витрат на обслуговування і ремонт обладнання за рахунок підвищення надійності насосної станції;

$C_{ef5}$  – зниження грошових коштів фонду для оплати праці працівників за рахунок скорочення штату обслуговуючого персоналу НС.

Перші дві складові визначаються за методикою, наведеною нижче [20].

Потужність на валу насоса:

$$P_{e.v} = A_3 v^2 Q + B_3 v Q^2 + D_3 v^3; \quad P'_{e.v} = A'_3 v^2 Q + B'_3 v Q^2 + D'_3 v^3; \quad (3.1)$$

$$P'_{e.r} = A_3 Q + B_3 Q^2 + D_3,$$

де  $A_3, B_3, D_3$  и  $A'_3, B'_3, D'_3$  – коефіцієнти апроксимації, що залежать від конструктивних особливостей відцентрової машини і визначаються за паспортними і фактичними експлуатаційними потужністними  $P(Q)$  характеристиками насоса, відповідно;

$$v = \frac{-B_2Q + \sqrt{B_2^2Q^2 - 4A_2(C_2Q^2 - H_c - R_cQ^2)}}{2A_2} \quad - \quad \text{відносна частота}$$

обертання насоса; « $\hat{\phantom{x}}$ » – використовується в позначеннях параметрів насосної станції з фактичними експлуатаційними напірно-витратними і характеристиками потужності насоса; « $v$ », « $r$ » – використовується в позначеннях параметрів насосної станції при регулюванні продуктивності зміною частоти обертання насосного агрегату і дроселюванням потоку рідини в напірному колекторі, відповідно.

Гідравлічна потужність на виході насоса:

$$P_{z.n.v} = \rho g Q H_v; \quad P_{z.n.v}^{\hat{}} = \rho g Q H_v^{\hat{}}; \quad P_{z.n.r} = \rho g Q H_r; \quad P_{z.n.r}^{\hat{}} = \rho g Q H_r^{\hat{}}; \quad (3.2)$$

де  $\rho$  – щільність рідини;

$g$  – прискорення вільного падіння;

$$H_v = A_2v^2 + B_2vQ + C_2Q^2, \quad H_v^{\hat{}} = A_2^{\hat{}}v^2 + B_2^{\hat{}}vQ + C_2^{\hat{}}Q^2,$$

$H_r = A_2 + B_2Q + C_2Q^2, \quad H_r^{\hat{}} = A_2^{\hat{}} + B_2^{\hat{}}Q + C_2^{\hat{}}Q^2$  – напірно-витратні  $H(Q)$  характеристики насоса;

$A_2, B_2, C_2$  і  $A_2^{\hat{}}, B_2^{\hat{}}, C_2^{\hat{}}$  – коефіцієнти апроксимації, що залежать від конструктивних особливостей відцентрової машини і визначаються за паспортними і фактичними експлуатаційними напірно-витратними  $H(Q)$  характеристиками насоса, відповідно.

Гідравлічна потужність на виході насосної станції:

$$P_{z.nc.v} = P_{z.n.v} = \rho g Q H_v; \quad P_{z.nc.v}^{\hat{}} = \rho p_{nc} Q_{nc}; \quad P_{z.nc.r} = \rho g Q (H_r - \Delta H_3); \quad (3.3)$$

$$P_{z.nc.r}^{\hat{}} = \rho g Q (H_r^{\hat{}} - \Delta H_3^{\hat{}}),$$

де  $\Delta H_3 = H_1 - H_c - R_cQ_1^2, \quad \Delta H_3^{\hat{}} = H_1^{\hat{}} - H_c - R_cQ_1^2$  – втрати напору на засувці;

$H_1, Q_1$  – напір і витрата, що відповідають положенню дросельної засувки з гідравлічним опором рівним  $R_3$ .

$H_c$  – статичний напір мережі;

$R_c$  – гідродинамічний опір мережі.



Гідравлічна потужність в мережі споживача:

$$P_{z.n.v} = P_{z.nc.v} - \Delta P_{тр.v}; P_{z.n.v} = \rho p_n Q_n, \quad (3.4)$$

де  $\Delta P_{тр.v} = \rho g Q \Delta h_{довж} / 1000$  – втрати потужності на ділянці трубопроводу;

$$\Delta h_{довж} = \lambda \frac{l v^2}{d 2g} - \text{втрати напору по довжині};$$

$\lambda$  – коефіцієнт гідравлічного опору (коефіцієнт Дарсі), що залежить від режиму течії рідини;

$d$  – діаметр трубопроводу;

$l$  – довжина трубопроводу;

$v$  – середня швидкість руху рідини.

Сумарні втрати потужності в асинхронному двигуні:

$$\Delta P_{\Sigma ад.v} = \Delta P_{c.v} + \Delta P_{m.v} + \Delta P_{mex.v}; \Delta P'_{\Sigma ад.v} = \Delta P'_{c.v} + \Delta P'_{m.v} + \Delta P'_{mex.v}; \quad (3.5)$$

$$\Delta P'_{\Sigma ад.r} = \Delta P_{c.ном} + \Delta P'_{m.r} + \Delta P_{mex.ном},$$

де  $\Delta P_{c.v}$ ,  $\Delta P'_{c.v}$ ,  $\Delta P_{m.v}$ ,  $\Delta P'_{m.v}$ ,  $\Delta P'_{m.r}$ ,  $\Delta P_{mex.v}$ ,  $\Delta P'_{mex.v}$  – втрати потужності в сталі, міді і механічні втрати потужності двигуна, відповідно;

$\Delta P_{c.ном} = \varepsilon_2 \Delta P_{\Sigma ад.ном}$ ,  $\Delta P_{mex.ном} = \varepsilon_3 \Delta P_{\Sigma ад.ном}$  – номінальні втрати в сталі і механічні втрати двигуна, відповідно;

$\Delta P_{\Sigma ад.ном} = P_{ном} (1 - \eta_{ном}) / \eta_{ном} = \Delta P_{m.ном} + \Delta P_{c.ном} + \Delta P_{mex.ном}$  – номінальні сумарні втрати потужності в асинхронному двигуні;

$P_{ном}$  – номінальна потужність двигуна;

$\eta_{ном}$  – номінальний ККД двигуна;

$\Delta P_{m.ном} = \varepsilon_1 \Delta P_{\Sigma ад.ном}$  – номінальні втрати потужності в міді двигуна;

$\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$  – коефіцієнти, що залежать від конструкції двигуна і не залежать від способу регулювання його швидкості.

При зміні частоти обертання насосного агрегату за схемою перетворювач частоти – асинхронний двигун з законом частотного керування  $U / f^2 = const$  справедливо:

втрати в сталі

$$\Delta P_{c.v} = \Delta P_{c.ном} (0.61 + 0.39k_f) k_f^3; \Delta P'_{c.v} = \Delta P_{c.ном} (0.61 + 0.39k'_f) k'^3_f, (3.6)$$

$$\text{де } k_f = \frac{f}{f_{c.ном}} = \frac{v\omega_{ном}p}{2\pi f_{c.ном}}, \quad k'_f = \frac{f'}{f_{c.ном}} = \frac{v'\omega_{ном}p}{2\pi f_{c.ном}} \quad - \text{ коефіцієнт зміни}$$

частоти енергомережі;

$\omega_{ном}$  – номінальна частота обертання насосного агрегата;

$f, f'$   $f_{c.ном}$  – поточні і номінальна частота енергомережі, відповідно;

$p$  – кількість пар полюсів;

втрати в міді

$$\Delta P_{m.v} = 3R_1(I_{2.v}^2 + I_{\mu.v}^2) + 3R'_2 I_{2.v}^2; \quad (3.7)$$

$$\Delta P'_{m.v} = 3R_1(I_{2.v}^{\prime 2} + I_{\mu.v}^2) + 3R'_2 I_{2.v}^{\prime 2};$$

$$\Delta P'_{m.r} = 3R_1(I_{2.r}^{\prime 2} + I_{\mu.ном}^2) + 3R'_2 I_{2.r}^{\prime 2},$$

де  $R_1, R'_2$  – первинне і вторинне наведені активні опори електродвигуна;

$$I_{2.v} = \frac{I'_{2.ном} M(v)}{M_{ном} k_f}, \quad I_{2.v}' = \frac{I'_{2.ном} M'(v)}{M_{ном} k'_f}, \quad I_{2.r}' = \frac{I'_{2.ном} M'_{c.r}}{M_{ном}} \quad - \text{ наведений струм}$$

ротора електродвигуна;

$I'_{2.ном}$  – номінальний струм наведений ротора електродвигуна;

$$M(v) = P_{z.v} 1000 / (v\omega_{ном} \eta_{вц.v}), \quad M'(v) = P'_{z.v} 1000 / (v'\omega_{ном} \eta'_{вц.v}) \quad -$$

залежність моменту насоса, приведеного до валу двигуна, від частоти обертання;

$M'_{c.r} = P'_{z.n.r} / (\eta'_{вн.r} \omega_{ном})$  – момент опору насоса;

$\eta_{вц.v} = P_{z.n.v} / P_{в.v}, \eta'_{вц.v} = P'_{z.n.v} / P'_{в.v}, \eta'_{вн.r} = P'_{z.n.r} / P'_{в.r}$  – ККД насоса;

$I_{\mu.v} = I_{\mu.ном} k_f, \quad I'_{\mu.v} = I_{\mu.ном} k'_f$  – поточний струм намагнічування

електродвигуна;

$I_{\mu.ном}$  – номінальний струм намагнічування електродвигуна;

$M_{ном}$  – номінальний момент електродвигуна;

механічні втрати

$$\Delta P_{mex.v} = \Delta P_{mex.ном} k_f; \Delta P'_{mex.v} = \Delta P_{mex.ном} k'_f. \quad (3.8)$$

Втрати потужності в насосі:

$$\Delta P_{цн.в} = P_{в.в} - P_{г.в}; \Delta P_{цн.в}^* = P_{в.в}^* - P_{г.в}^* \quad (3.9)$$

Втрати гідравлічної потужності на засувці:

$$\Delta P_3 = P_{г.р} - P_{г.р}; \Delta P_3^* = P_{г.р}^* - P_{г.р}^* \quad (3.10)$$

Втрати гідравлічної потужності на ділянці трубопроводу:

$$\Delta P_{тр.в} = P_{г.в} - P_{г.в}; \Delta P_{тр.в}^* = P_{г.в}^* - P_{г.в}^* \quad (3.11)$$

При частотному регулюванні втрати в перетворювачі визначаються виразом вигляду:

$$\Delta P_{пч} = \Delta P_{в} + \Delta P_{и} + 2\Delta P_{транс}, \quad (3.12)$$

де  $\Delta P_{в}$  – втрати на вентилях випрямляча;

$\Delta P_{и}$  – втрати на керованих елементах інвертора;

$\Delta P_{транс}$  – втрати в трансформаторі.

Втрати на вентилях випрямляча:

$$\Delta P_{в} = \left( \Delta P_{в1.ном} + \Delta P_{в2.ном} \frac{P_{1.в}}{P_{н}} \right) \frac{P_{1.в}}{P_{н}}, \quad (3.13)$$

де  $\Delta P_{в1.ном} = 2 \frac{U_{зр}}{U_i} P_{ном}$ ,  $\Delta P_{в2.ном} = 2R_{д.диф} \frac{P_{ном}^2}{U_i^2}$  – номінальні втрати

потужності в вентилях випрямляча;

$U_{зр}$  – граничне, або пряме, падіння напруги на діоді;

$U_i$  – середнє значення напруги на виході інвертора;

$R_{д.диф}$  – диференціальний опір діода для прямого струму.

Втрати на керованих елементах інвертора:

$$\Delta P_{в} = 3 \left( \Delta P_{и1.ном} + \Delta P_{и2.ном} \frac{I_1}{I_{1.ном}} \right) \frac{I_1}{I_{1.ном}}, \quad (3.14)$$

де  $\Delta P_{и1.ном} = U_{зр.пр} I_0$ ,  $\Delta P_{и2.ном} = R_{диф} I_0^2$  – номінальні втрати потужності на

керованих елементах інвертора;

$U_{зр.пр}$  – граничне падіння напруги при прямому струмі;

$I_0$  – середнє значення прямого струму ключа;

$R_{диф}$  – диференціальний опір ключа;

$I_{1.ном}$  – номінальний струм статора двигуна;

$$I_1 = \frac{P_{\epsilon.v}}{3U_{\phi}\eta \cos(\varphi)} - \text{струм статора двигуна;}$$

$$\eta = \frac{P_{\epsilon.v}}{P_{\epsilon.v} + \Delta P_{\Sigma ad.v}} - \text{ККД двигуна;}$$

$$\varphi = \arctg\left(\frac{I_{\mu}}{I_2}\right) - \text{фаза струму статора;}$$

$U_{\phi}$  – первинна фазна напруга.

Втрати в трансформаторі:

$$\Delta P_{транс} = \Delta P_{xx} + \Delta P_{кз} \left(\frac{I_1}{I_{1.ном}}\right)^2, \quad (3.15)$$

де  $\Delta P_{xx}$  – втрати неробочого ходу в трансформаторі;

$\Delta P_{кз}$  – втрати короткого замикання при номінальному навантаженні.

Споживана потужність насосним агрегатом:

$$P_{1.v}^{\wedge} = P_{\epsilon.v}^{\wedge} + \Delta P_{\Sigma ad.v}^{\wedge} + \Delta P_{\Sigma nч}^{\wedge}; \quad (3.16)$$

$$P_{1.r}^{\wedge} = P_{\epsilon.r}^{\wedge} + \Delta P_{\Sigma ad.r}^{\wedge} + \Delta P_{з}^{\wedge}. \quad (3.17)$$

Економія електроенергії при регулюванні продуктивності зміною частоти обертання насосного агрегату і дроселюванням потоку рідини в напірному колекторі за час  $t_p$  роботи в календарному році:

$$\Delta W_{t_p} = (P_{1.r}^{\wedge} - P_{1.v}^{\wedge}) t_p. \quad (3.18)$$

Для визначення ефекту від зниження втрат енергії за рахунок врахування зміни технічного стану устаткування обчислюються грошові витрати на втрати енергії в  $i$ -тому елементі НС (асинхронному двигуні  $C_{\Delta W_{ad}}$ ,  $C_{\Delta W_{ad}}^{\wedge}$ , перетворювачі частоти  $C_{\Delta W_{нч}}$ ,  $C_{\Delta W_{нч}}^{\wedge}$ , відцентровому насосі  $C_{\Delta W_{цн}}$ ,  $C_{\Delta W_{цн}}^{\wedge}$ , засувці  $C_{\Delta W_{з}}$ ,  $C_{\Delta W_{з}}^{\wedge}$ , трубопроводі  $C_{\Delta W_{mp}}$ ,  $C_{\Delta W_{mp}}^{\wedge}$ ) за час  $t_{n.o.i}$ , відповідний періоду оцінки зміни експлуатаційних характеристик  $i$ -го елемента НС, що задається:

$$C_{\Delta W_i} = kt_{n.o.i} \Delta P_i; C_{\Delta W_i}^{\wedge} = kt_{n.o.i} \Delta P_i^{\wedge}, \quad (3.19)$$

де  $t_{n.o.i}$  – період оцінки зміни експлуатаційних характеристик і-го елемента ГТК;

$k$  – тариф на електроенергію;

$\Delta P_i, \Delta P'_i$  – втрати потужності в і-ом елементі системи.

Отримані грошові витрати на втрати енергії для і-го елемента НС  $C_{\Delta W_i}$  (з фактичними експлуатаційними напірно-видатковими і характеристиками потужності насоса) і  $C_{\Delta W_i}$  (з паспортними експлуатаційними напірно-видатковими і характеристиками потужності насоса) порівнюють з вартістю  $C_i$  нового обладнання НС, за умови  $(C_{\Delta W_i} - C_{\Delta W_i}) \geq C_i$  приймають рішення про заміну і-го елемента НС на новий.

Зниження обсягів непродуктивних витрат води і витоків [31]:

$$V_{ек.рік} = \Delta v_{\Sigma i}^* V_{зод} \quad (3.20)$$

Зменшення скиду стічних вод у каналізацію визначаються за наступними формулами:

$$V_{зм.ск} = (0,80 \div 0,85) V_{ек.зод} \quad (3.21)$$

де  $\Delta v_{\Sigma i}^* = f(\lambda, H_{ст}^*)$  – відносна економія води, визначається за методикою [31];  $\lambda = Q_m / Q_{\delta}$  – мінімальна витрата;  $Q_m, Q_{\delta}$  – найменша і найбільша подача НС;  $H_{ст}^* = H_{ст} / H_{\delta}$  – відносне протитиск.

Статистика відмов базового та аналогічного об'єкта (модернезійованний) з автоматизованою електромеханічною системою на базі регульованого електроприводу наведена в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Статистика відмов

Стаття витрат	Для базового об'єкта	Для аналогічного модернезійованного об'єкта	Економія
1	2	3	4
НА:			
Заміна підшипників	28	19	68 %
Перемотка електродвигуна	2	-	в 2 раз

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4
Розбалансування НА	30	16	в 1,9 раз
Труби і колектора:			
Пориви	18	10	55 %
Свищі	6	4	44 %
Запірно-регулююча арматура:			
Розбалансування	47	30	1,5
Заміна ЕД засувки	2	1	в 2 раз
Заміна засувки	1	-	100 %

Базовий штат обслуговуючого персоналу НС і новий, необхідний для обслуговування впроваджуваного автоматизованого електроприводу міської системи водопостачання, наведено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Штатна відомість

Найменування спеціальності	Базовий штат	Новий штат
Машиніст	4	2
Черговий електрик	2	1
Черговий механік	2	1
Інженер з експлуатації	-	1
Разом	<b>8</b>	<b>5</b>

Розрахунок ефекту від впровадження автоматизованого електроприводу міської системи водопостачання виконаний для досліджуваної НС, що включає: відцентровий насос типу Д2000-100 ( $Q_n=0,556 \text{ м}^3/\text{с}$ ;  $H_n = 100 \text{ м}$ ;  $P_g = 760 \text{ кВт}$ ;  $n_n = 980 \text{ об/хв}$ ;  $\eta=0,75$ ); асинхронний двигун ( $P_n = 800 \text{ кВт}$ ;  $n_0 = 1000 \text{ об/хв}$ ;  $s_n=1,4 \%$ ;  $I_l=94,5 \text{ А}$ ;  $\eta=0,95$ ;  $\cos(\varphi)=0,86$ ;  $\lambda_m=1,9$ ;  $\lambda_n=5,3$ ); трубопровід ( $d=1,2 \text{ м}$ ;  $l=5 \text{ км}$ ;  $H_c=10 \text{ м}$ ;  $R_c=291,6 \text{ с}^2/\text{м}^5$ ) і приведені в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 Складові енергоресурсозбереження при впровадженні автоматизованого електроприводу міської системи водопостачання

$C_{ef1}$	При відпрацюванні заданого добового графіка водоспоживання з глибиною регулювання продуктивності 60% вниз від номінальної зміною частоти обертання споживана НС потужність на 15% нижче, ніж дроселюванням потоку рідини на виході насоса ( $P_{1,v}^* = 15210$ кВт в сутки)
$C_{ef2}$	При відхиленні (до 10%) поточних експлуатаційних характеристик насоса від паспортних в результаті зносу втрати потужності в насосі збільшилися на 16 % ( $\Delta P_{ин} = 128$ кВт·ч)
$C_{ef3}$	Зниження обсягів непродуктивних витрат води і витоків склало 13,5 % ( $V_{ек.рік} = 20910$ тис. м <sup>3</sup> на рік), Зменшення скиду стічних вод у каналізацію склало 15 % ( $V_{зм.ск} = 313,7$ тис. м <sup>3</sup> на рік)
$C_{ef4}$	За рахунок підвищення надійності насосної станції 1,3 рази знизилася витрати на обслуговування і ремонт обладнання
$C_{ef5}$	Скорочення базового штату обслуговуючого персоналу НС склало 37,5% в порівнянні з новим

### 3.3 Висновки

Ефективність впровадження автоматизованого електроприводу міської системи водопостачання включає як первинний ефект - економія електроенергії 15%, так і вторинний - зниження обсягу перекачки чистих 13,5% і стічних 15% вод, зниження відмов обладнання 1,3 рази, скорочення штату обслуговуючого персоналу НС на 37,5%.

Облік зміни поточних експлуатаційних характеристик насоса від паспортних в результаті зносу дозволяє прийняти рішення про доцільність подальшої експлуатації або заміни обладнання.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Алексеева Ю.А., Коренькова Т.В. Техническое состояние и технологии управления насосными комплексами коммунального хозяйства // Вісник КДПУ: Зб. наук. пр. КДПУ. – Вип. 3/2008(50). Ч. 1 – Кременчук: КДПУ, 2008, – С. 135–141.
2. Андрижиевский, А, А. Энергосбережение и энергетический менеджмент: учеб. пособие /А. А. Андрижиевский, В.И. Володин. -2-е изд., испр. – Мн.: Выш. шк., 2005. - 294 с.
3. Артеменко А.М., Хребтова О.А., Сергієнко С.А. Методичні вказівки щодо оформлення дипломних проектів (робіт) для студентів денної та заочної форм навчання зі спеціальностей: 7.05070204 – «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод, 7.05070207 – «Електромеханічне обладнання енергоємних виробництв». Кременчук: Видавничий відділ КрНУ ім. М. Остроградського, 2011.
4. Бабець Є.К., Сокур М.І. Управління енергозбереженням в процесах рудопідготовки. Кривий Ріг.: Мінерал, 2002. – 410 с.
5. Березовский, Н.И. Технология энергосбережения: учеб. пособие / Н.И. Березовский, С.Н. Березовский, Е.К. Костюкевич. - Минск: БИП-С Плюс, 2007.-152 с.
6. Браславский И.Я. и др. Энергосберегающий асинхронный электропривод: Учеб. пособие. Академия, 2004. - 256 с.
7. Вагин Г.Я. Экономия энергии в промышленности: Учеб. пособие / Г.Я. Вагин, А.Б. Лоскутов. - Н. Новгород.: НИЦЭ., 1998. - 220 с.
8. Варнавский Б.П., Колесников А.И., Федоров М.Н. Учебное пособие по энергоаудиту коммунального хозяйства и промышленных предприятий. – М.: МИКХиС, 1998.
9. Водяников В.Т. Экономическая оценка энергетики АПК. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. – М.: ИКФ, 2002. – 304 с.
10. Жежеленко И.В. и др. Эффективные режимы работы электротехнологических установок. – К.: Техніка, 1987. – 183 с.
11. Ильинский Н.Ф. Энергосбережение в электроприводе. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 127 с.



12. Ильинский Н.Ф., Москаленко В.В. Электропривод: энерго- и ресурсосбережение. – М.: Академия, 2008. – 208 с.
13. Гительман Л.Д., Ратников Б.Е. Эффективная энергокомпания. Экономика. Менеджмент. Реформирование. – М.: ЗАО Олимп-бизнес, 2002. – 544 с.
14. Данилов О.Л., Костюченко П.А. Практическое пособие по выбору и разработке энергосберегающих проектов. – М.: АСВ, 2006. – 668 с.
15. Данилов О.Л. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях: электронный курс. МЭИ. – 188 с.
16. Данилов Н.И., Щелоков Я.М. Основы энергосбережения. – Екатеринбург.: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2006. – 564 с.
17. Дмитриев А.Н. Управление энергосберегающими инновациями в строительстве зданий. – М.: АСВ, 2001. – 320 с.
18. Ефимов К.А., Львов Д.С. Эффективность новой техники. – М.: Экономика, 1979. – 144 с.
19. Загирняк М. В., Коренькова Т. В., Алексеева Ю. А. Система повышения эффективности электромеханических комплексов // Электротехника. – М.: Знак, 2012. – № 7. – С. 2–8.
20. Zagirnyak M., Korenkova T., Aliksieieva I. Energy and resource saving control system for pumping station // Przegląd Elektrotechniczny. – Poland: Vol 2013, No 2b. – P. 76-80.
21. Закладной А. Н. Энергосбережение средствами промышленного электропривода / Закладной А. Н., Праховник А. В., Соловей А. И. – К.: ДИЯ, 2001. – 343 с.
22. Закладной А. Н., Праховник А. В., Соловей А. И. Энергозбереження засобами промислового електропривода: Навчальний посібник. – К.: Контор, 2005. – 408 с.
23. Закладной А. Н. Энергосбережение средствами промышленного электропривода: конспект лекций. – К.: 2001.
24. Зеркалов Д. В. Енергозбереження в Україні. У двох книгах. Книга перша: Нормативно-правова основа. Енциклопедичний довідник. - К.: Основа, 2006. - 684 с.
25. Зеркалов Д.В. Правова основа енергозбереження. Довідник. - К.: КНТ, 2007, 400 с. (Серія: «Енергозбереження в Україні»).

26. Кожевников Н.Н. Экономика и управление в энергетике. – М.: Академия, 2003. – 384 с.
27. Кожевников Н.Н. Экономика и управление энергетическими предприятиями. – М.: Академия, 2004. – 432 с.
28. Кузнецов Б. В. Расчеты экономии электроэнергии. – Мн.: Беларусь, 1983. – 80 с.
29. Курсы по энергетическому аудиту. – К.: Центр подготовки энергоменеджеров, 2001. – 684 с.
30. Курчавин В.М., Мезенцев А.П. Экономия тепловой и электрической энергии в поршневых компрессорах. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 80 с.
31. Лезнов Б. С. Методика оценки эффективности применения регулируемого электропривода в водопроводных и канализационных насосных установках / Б. С. Лезнов – М.: Машиностроение, 2011. – 88 с.
32. Лезнов Б. С. Энергосбережение и регулируемый привод в насосных и воздуходувных установках / Лезнов Б. С. – М.: Энергоатомиздат, 2006. – 360 с.
33. Лезнов Б. С. Экономия электроэнергии в насосных установках / Б. С. Лезнов. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 144 с.
34. Лисиенко В.Г., Щелоков Я.М., Ладыгичев М.Г. Хрестоматия Энергосбережения. Том 1. – М.: Теплотехник, 2005. – 668 с.
35. Методика составления энергетического паспорта организации (образовательного учреждения) / В.Ю.Балдин, В.А.Бегалов, В.С.Проскураков, Я.М.Щелоков. Под ред. А.С.Бердина, Н.И.Данилова, С.Е.Щеклеина. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2006. 56 с.
36. Можяева С.В. Экономика энергетического производства. – СПб.: Лань, 2003. – 208 с.
37. Мунц В.А. Энергосбережение в энергетике и теплотехнологиях: конспект лекций. – Екатеринбург.: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2006. - 136 с.
38. Овчаренко А.С., Розинский Д.И. Повышение энергоэффективности электроснабжения промышленных предприятий. – К.: Тэхника, 1989. – 287 с.
39. Похабов В.И., Клевзович В.И., Варфоломеев В.В. Энергетический менеджмент на промышленных предприятиях. – Мн.: Технопринт, 2002. – 176 с.
40. Праховник А.В., Соловей А. И., Прокопенко В.В. Энергетический менеджмент. – К.: ИЕЕ НТУУ «КПИ», 2001. – 472 с.

41. Рей Д. Экономия энергии в промышленности. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 208 с.
42. Родькин Д.И. Энергосбережение – как закономерный этап электрификации народного хозяйства //“Проблемы создания новых машин и технологий”, Научные труды Кременчугского государственного политехнического университета, 2000, вып. 1.
43. Романюк В.Н., Радкевич В.Н., Ковалев Я.Н. Основы эффективного энергоиспользования на производственных предприятиях дорожной отрасли. – Мн.: 2001. – 287 с.
44. Руководство по энергоэффективности. (Сокращенно) <http://boiler.nm.ru/doc.htm> Energy Efficiency Handbook /Alliance to Save Energy, Council of Industrial Boiler Operators, U.S. DOE Office of Industrial Technologies. - 1998. - 64 p.
45. Рыбин А.И., Закиров Д.Г. Экономия электроэнергии при эксплуатации воздушных компрессорных установок. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 72 с.
46. Соловей О.І. Енергетичний аудит: Навчальний посібник / Соловей О.І., Розен В.Г., Лега Ю.П., Сотник О.О. і ін. – Черкаси.: ЧДТУ, 2005. – 299 с.
47. Фокин В.М. Основы энергосбережения и энергоаудита. - М.: Машиностроение-1, 2006. - 256 с.
48. Фокин В.М. и др. Основы энергосбережения в вопросах теплообмена. - М.: Машиностроение-1, 2005. - 192 с.
49. Хачатурян В.А. Управление электроснабжением нефтеперерабатывающих предприятий в условиях массового применения регулируемого электропривода. – СПб. - 2002, 64 с.
50. Черникова П.Д. Техничко-економические расчеты и обоснования в дипломных работах (при разработке, производстве и эксплуатации новых электронных радиоприборов). – М.: Высшая школа, 1973. – 192 с.
51. Черный А.П., Гладирь А.И., Осадчук Ю.Г. и др. Пусковые системы нерегулируемых электроприводов: Монография. – К.: ЧП Щербатых А.В., 2005. с. 210-223.
52. Яворский М.И. Энергосбережение на промышленных предприятиях: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2000. – 134 с.

## Інтернет-ресурси

1. [http://www.kmu.gov.ua/control/publish/article?art\\_id=68676029](http://www.kmu.gov.ua/control/publish/article?art_id=68676029) - офіційний веб-сайт Національного агентства України з питань забезпечення ефективного використання енергетичних ресурсів
2. <http://www.esco.co.ua/>
3. <http://www.newsletter.esco.co.ua/>
4. <http://esco-ecosys.narod.ru/frames/sections.htm> (<http://esco-ecosys.narod.ru/sections/sec06.htm>)
5. <http://www.energsovet.ru/entech.php>
6. <http://www.abok.ru/>
7. <http://www.energy-exhibition.com/>
8. <http://www.enport.com.ua/>
9. <http://www.munee.org/int/rus/index.htm>
10. <http://www.spb.org.ru/SPARE/rus/enrgysave>
11. <http://www.cenef.ru>
12. <http://www.energocentre.com/>
13. <http://www.elecom.da.ru/>

## Додаток А

### П Е Р Е Л І К

чинних законодавчих та нормативних документів  
у сфері енергозбереження

#### **Закони України**

- 1 “Про енергозбереження”, 1.07.94, № 74/94-ВР.
- 2 “Про трубопровідний транспорт”, 19.11.97, № 650/97-ВР.
- 3 “Про Національну програму інформатизації”, 04.02.98, №74/98-ВР.
- 4 “Про ратифікацію Кредитної угоди (Фінансування Української енергозберігаючої сервісної компанії (УкрЕско) між Україною та Європейським банком реконструкції та розвитку”, 13.05.99, № 648-XIV.
- 5 “Про альтернативні види рідкого та газового палива”, 14.01.2000, №1391-XIY.
- 6 “Про внесення змін до Кодексу України про адміністративні правопорушення щодо встановлення відповідальності за порушення законодавства про енергозбереження”, 21.06.2001, № 2550-III.
- 7 “Про нафту і газ”, 12.07.2001, № 2665-III.

#### **Укази, доручення та розпорядження Президента України**

- 1 Указ Президента України “Про утворення Державного комітету України з енергозбереження”, 26.07.95, № 666/95.
- 2 Указ Президента України “Про положення про Державний комітет України з енергозбереження”, 6.10.95, № 918/95.
- 3 Указ Президента України “Про заходи щодо скорочення енергоспоживання бюджетними установами, організаціями та казенними підприємствами”, 16.06.99, № 662/99.
- 4 Доручення Президента України КМ “З реалізації завдань, поставлених у Посланні Президента України до Верховної Ради України “Україна: поступ у ХХІ століття”. 23.03.2000, №5214/2

#### **Постанови та розпорядження Кабінету Міністрів України**

- 1 “Про порядок прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об’єктів державного замовлення”, 5.08.92, №449.
- 2 “Про заходи щодо ефективного використання газу”, 2.09.93, №699.
- 3 “Питання Державного комітету України з енергозбереження, 18.09.95, №741.
- 4 “Про управління сферою енергозбереження”, 9.01.96, №20.
- 5 “Про загальнодержавний позабюджетний фонд енергозбереження”, 07.02.96, №163.
- 6 “Про затвердження Положення про Фонд розвитку паливно-енергетичного комплексу”, 29.04.96, №478.

- 7 “Про порядок використання коштів, одержаних за неефективне використання газу”, 26.10.96, №1308.
- 8 “Про комплексну державну програму енергозбереження України”, 5.02.97, №148.
- 9 “Про заходи щодо поетапного впровадження в Україні вимог директив Європейського Союзу, санітарних, екологічних, ветеринарних, фітосанітарних норм та міжнародних і європейських стандартів”, 19.03.97, №244.
- 10 “Про Програму заходів щодо скорочення споживання природного газу”, 15.07.97, №751.
- 11 “Про порядок нормування питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів у суспільному виробництві”, 15.07.97, №786.
- 12 “Про створення Української енергозберігаючої сервісної компанії”, 20.12.97, №1422.
- 13 “Про Програму державної підтримки розвитку нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії та малої гідро - і теплоенергетики”, 31.12.97, №1505.
- 14 “Про Концепцію діяльності органів виконавчої влади у забезпеченні енергетичної безпеки України”, 19.01.98, №48.
- 15 “Про внесення змін до Положення про порядок прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об’єктів державного замовлення”, 17.03.98, №326.
- 16 “Про державну експертизу з енергозбереження”, 15.07.98, №1094.
- 17 “Про Порядок затвердження інвестиційних програм і проектів будівництва та проведення їх комплексної державної експертизи”, 17.08.98, №1308.
- 18 Розпорядження КМУ “Щодо прискорення впровадження енергозберігаючих технологій при виготовленні, транспортуванні та споживанні теплової енергії”, 1.03.99, №256-р.
- 19 “Про скорочення енергоспоживання бюджетними установами, організаціями та казенними підприємствами”, 30.11.99, №2183.
- 20 “Про заходи щодо стабілізації становища в паливно-енергетичному комплексі”, 22.03.2000, №538.
- 21 “Про заходи щодо впровадження автоматизованих систем обліку електроенергії”, 18.05.2000, №826.
- 22 “Про невідкладні заходи щодо виконання Комплексної державної програми енергозбереження України”, 27.06.2000, №1040.
- 23 “Питання державної інспекції з енергозбереження”, 29.06.2000, №1039.
- 24 “Про деякі заходи щодо раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів”, 07.07.2000, №1071.
- 25 “Про уповноваження органів для складення переліку та встановлення порядку визначення розмірів нормативних витрат і виробничо-технологічних витрат нафти, природного газу та газового конденсату під час їх видобування, підготовки до транспортування і транспортування, а

також визначення середніх ринкових цін на нафту, природний газ та газовий конденсат”, 10.08.2004, № 572-р

***Накази Держкоменергозбереження, Міносвіти, Мінпромполітики, Мінекономіки, Мінпаливенерго України***

- 1 Наказ Держкоменергозбереження, 6.03.96, № 10, “Типове положення про підрозділ з енергозбереження в галузевому міністерстві і відомстві”. Зареєстровано в Мінюсті 21.03.96, №130/1155.
- 2 Наказ Держкоменергозбереження, 14.01.97, №1 “Про порядок використання коштів, одержаних за неефективне використання газу”. Зареєстровано в Мінюсті 3.02.97, №19/1823.
- 3 Наказ Міносвіти та Держкоменергозбереження, 7.05.97, № 137/45 “Про першочергові заходи щодо підвищення громадсько-освітнього рівня у сфері енергозбереження”.
- 4 Наказ Держкоменергозбереження, 12.05.97, №49 “Щодо Тимчасового положення про порядок проведення енергетичного обстеження та атестації спеціалізованих організацій на право його проведення”. Зареєстровано в Мінюсті 2.09.97 №375/2179.
- 5 Наказ Держкоменергозбереження, 14.11.97, №101 “Щодо проведення паспортизації енергоспоживаючих об’єктів”.
- 6 Наказ Мінпромполітики та Держкоменергозбереження, 30.12.97, №9/120 “Про затвердження Методики розрахунку витрат паливно-енергетичних ресурсів на металургійних підприємствах з використанням заводської (наскрізної) енергоемності”.
- 7 Наказ Держкоменергозбереження, 10.08.98, №60 “Про затвердження Переліку платних послуг, що надаються підприємствам та організаціям Державною інспекцією з енергозбереження”. Зареєстровано в Мінюсті 17.08.98 №512/2952.
- 8 Наказ Держкоменергозбереження, 10.11.98, №89 “Про затвердження та введення в дію Порядку видачі, оформлення, реєстрації “Енергетичного паспорта підприємства” та оплата послуг при його впровадженні”. Зареєстровано в Мінюсті 18.12.98, №804/3244.
- 9 Наказ Держкоменергозбереження, 9.03.99, №15 “Щодо затвердження “Інструкції про порядок передачі документації та здійснення державної експертизи з енергозбереження”. Зареєстровано в Мінюсті 06.05.99 №292/3585.
- 10 Наказ Держкоменергозбереження, 09.04.99, №27 “Про затвердження Положення про порядок організації енергетичних обстежень”. Зареєстрований в Мінюсті 12.05.99 №301/3594.
- 11 Наказ Держкоменергозбереження та Мінпромполітики, 05.08.99, №67/311 “Щодо затвердження форми відомчої статистичної звітності №1-ПЕР “наскрізна”.
- 12 Наказ Держкоменергозбереження та Міносвіти, 21.08.99, №305/73 “Про затвердження Програми освіти населення України з енергозбереження”.

- 13 Наказ Держкоменергозбереження, 15.09.99, №78 “Про затвердження Порядку організації та проведення енергетичних обстежень бюджетних установ, організацій та казенних підприємств” та “Порядку організації та проведення тендерів на здійснення енергетичних обстежень бюджетних установ, організацій та казенних підприємств”. Зареєстровані в Мінюсті 15.12.99 №871/4164 і 872/4165 відповідно.
- 14 Наказ Держкоменергозбереження, 25.10.99, №91 “Про затвердження Міжгалузевих норм споживання електричної та теплової енергії для установ і організацій бюджетної сфери”. Зареєстрований в Мінюсті 17.03.2000 №175/4396.
- 15 Наказ Держкоменергозбереження, 02.12.99, №103 “Про внесення Доповнень до Переліку платних послуг, які надаються Державною інспекцією з енергозбереження”. Зареєстрований в Мінюсті 17.12.99 №883/4176.
- 16 Наказ Держкоменергозбереження, 22.03.2000, №18 “Про внесення змін до Переліку платних послуг, які надаються Державною інспекцією з енергозбереження”. Зареєстровано в Мінюсті 10.04.2000 № 652-2000.
- 17 Наказ Держкоменергозбереження, 04.08.2000, №64 “Про затвердження Порядку проведення перевірок ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів на підприємствах, в установах та організаціях та усунення фактів їх неефективного використання”.
- 18 Наказ Держкоменергозбереження та Мінекономіки, 21.06.2000, №47/127 “Про затвердження Положення про матеріальне стимулювання колективів і окремих працівників підприємств, організацій та установ за економію паливно-енергетичних ресурсів у суспільному виробництві”. Зареєстрований в Мінюсті 10.07.2000 №405/4620.
- 19 Наказ Держкоменергозбереження, 09.08.2000, №65 “Про затвердження змін і доповнень до наказу Держкоменергозбереження від 06.03.96 №10 та до Типового положення про підрозділ з енергозбереження в галузевому міністерстві і відомстві”. Зареєстровано в Мінюсті 27.08.2000 № 549/4770.
- 20 Наказ Держкоменергозбереження, 27.08.2000, №76 “Про внесення змін до нормативно-правових актів Державного комітету України з енергозбереження, які зареєстровані в Міністерстві юстиції України в 1997-2000 роках”. Зареєстровано в Мінюсті 08.09.2000 №595/4816.
- 21 Наказ Держкоменергозбереження, 22.10.02, №112 “Про затвердження Основних методичних положень з нормування питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів у суспільному виробництві”.
- 22 Наказ НАК “Нафтогаз України”, 28.02.2003, № 88 “Про затвердження Положення про раду з питань енергозбереження НАК “Нафтогаз України”.
- 23 Наказ Мінпаливенерго України, 30.05.2003, №264 “Про затвердження методик визначення питомих витрат та виробничо-технологічних витрат природного газу під час його транспортування газорозподільними



мережами”. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 09.07.2003 №570/7891.

- 24 Наказ Мінпаливенерго України, 25.02.2004, № 112 “Про затвердження Положення про порядок обліку обсягів розбалансування природного газу в газорозподільних мережах”.

### ***Чинні в Україні державні стандарти з енергозбереження***

- |    |              |   |
|----|--------------|---|
| 1  | ДСТУ 2102-92 | Ресурси матеріальні вторинні. Терміни та визначення.  |
| 2  | ДСТУ 2155-93 | Енергозбереження. Методи визначення економічної ефективності заходів по енергозбереженню.         |
| 3  | ДСТУ 2275-93 | Енергозбереження. Нетрадиційні та поновлювані джерела енергії. Терміни та визначення.             |
| 4  | ДСТУ 2339-94 | Енергозбереження. Основні положення.  |
| 5  | ДСТУ 2420-94 | Енергозбереження. Терміни та визначення.  |
| 6  | ДСТУ 2671-94 | Теплоутилізатори. Методи випробування.  |
| 7  | ДСТУ 2677-94 | Теплоутилізатори. Типи та основні параметри.  |
| 8  | ДСТУ 2804-94 | Енергобаланс промислового підприємства. Загальні положення. Терміни та визначення.                |
| 9  | ДСТУ 3051-95 | Ресурсозбереження. Основні положення.   |
| 10 | ДСТУ 3052-95 | Ресурсозбереження. Порядок встановлення показників ресурсозбереження у документацію на продукцію. |
| 11 | ДСТУ 3176-95 | Енергозбереження. Методи визначення балансів енергоспоживання гірничими підприємствами.           |
| 12 | ДСТУ 3224-95 | Енергозбереження. Методи визначення норм витрат електроенергії гірничими підприємствами.          |
| 13 | ДСТУ 3282-95 | Енергозбереження. Установки для вакуумної деаерації води. Загальні технічні вимоги.               |
| 14 | ДСТУ 3336-96 | Лічильники газу побутові. Загальні технічні вимоги.   |
| 15 | ДСТУ 3401-97 | Енергозбереження. Методи та засоби вимірювання теплових величин. Загальні положення.              |
| 16 | ДСТУ 3569-97 | Енергозбереження. Нетрадиційні та поновлювальні джерела енергії. Основні положення.               |
| 17 | ДСТУ 3581-97 | Енергозбереження. Методи вимірювання і розрахунку теплоти згорання палива. Загальні               |

положення.

- |    |                            |  |
|----|----------------------------|--|
| 18 | ДСТУ 3635-98               | Енергозбереження. Теплоутилізаційне устаткування. Загальні вимоги.   |
| 19 | ДСТУ 3682-98               | Енергозбереження. Повна енергоємність продукції робіт та послуг. Методи визначення.  |
| 20 | ДСТУ 3740-98               | Енергозбереження. Методи аналізу та розрахунку зниження витрат палива та енергії на металургійних підприємствах.                                 |
| 21 | ДСТУ 3755-98               | Енергозбереження. Номенклатура показників енергоефективності та порядок їх внесення у нормативну документацію.                                   |
| 22 | ДСТУ 3756-98               | Енергозбереження. Перетворювачі теплового потоку первинні термоелектричні загальнопромислового призначення. Загальні технічні вимоги.            |
| 23 | Рекомендації Р-50-072-98   | Енергозбереження. Методика розрахунку технологічних втрат електроенергії в діючих мережах електропостачання напругою від 0,4 до 110 кВт включно. |
| 24 | ГСТУ 320.00149943.016-2000 | Гази вуглеводневі скраплені. Методика розрахунку втрат.  |
| 25 | ОСТ 51.100-83              | Надежность магистральных газопроводов. Термины и определения.  |

***Нормативні документи Держкоенергозбереження, Держнафтогазпрому, НАК "Нафтогаз України" та ДК "Укртрансгаз" з питань енергозбереження***

- 1 Основні положення з нормування питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів у суспільному виробництві. Затверджені наказом Держкоенергозбереження від 22.10.2002 № 112.
- 2 Методика визначення питомих витрат природного газу під час його транспортування газотранспортною системою та зберігання в підземних сховищах. Погоджена з Держкоенергозбереження України 03.02.2003р., затверджена НАК "Нафтогаз України" 05.02.2003р. та введена в дію з 06.02.2003 року наказом ДК "Укртрансгаз" від 07.02.2003 р. №41.
- 3 Методика розрахунку економії природного газу і електроенергії від впровадження енергозберігаючих заходів в транспортуванні та

- підземному зберіганні газу. Погоджена Держкоменергозбереження України 26.12.2002 р., затверджена наказом ДК "Укртрансгаз" від 27.12.2002 № 363.
- 4 Методика нормування витрат електроенергії на компресорних станціях газопроводів в ДК "Укртрансгаз". Затверджена наказом ДК "Укртрансгаз" №203 від 13.09.2000р..
  - 5 Методика нормування витрат електроенергії на лінійній частині МГ та ГРС. Погоджена Держкоменергозбереження України 04.04.2002 р., затверджена наказом ДК "Укртрансгаз" від 11.05.2002 № 143. УкрНДІгаз,2002р..
  - 6 Методика нормування витрат теплової енергії на об'єктах ДК "Укртрансгаз". Погоджена Держкоменергозбереження України 04.04.2002 р., затверджена наказом ДК "Укртрансгаз" від 11.05.2002 № 143. УкрНДІгаз,2002р..
  - 7 Методика розрахунку норм витрат паливно-енергетичних ресурсів на експлуатацію АГНКС потужністю 500 та 250 заправок на добу. Погоджена Держкоменергозбереження України 21.01.2003 р., затверджена наказом ДК "Укртрансгаз" 03.02.2003 р. № 34.
  - 8 СТП 320.30019801.014-2000. Методика нормування технологічних витрат природного газу та електроенергії при експлуатації АГНКС в ДК "Укртрансгаз". Погоджена з Держкоменергозбереження України 20.07.2000р., затверджена наказом ДК "Укртрансгаз" від 26.07.2000р. №165.
  - 9 СТП 320.30019801.017-2002. Положення про матеріальне стимулювання за економію паливно-енергетичних ресурсів в ДК "Укртрансгаз". Затверджено наказом ДК "Укртрансгаз" від 25.04.2002 р. № 129 (зі зміною №1, наказ ДК "Укртрансгаз" від 04.06.2003 р. №160 та зміною №2, наказ ДК "Укртрансгаз" від 17.01.2004 р. №18 ).
  - 10 Програма заходів щодо скорочення споживання природного газу та його втрат в ДК "Укртрансгаз" на 2002-2004 рр. Затверджена ДК "Укртрансгаз" 12.11.2001 р.
  - 11 Методика визначення питомих виробничо-технологічних втрат природного газу під час його транспортування газорозподільними

мережами. Затверджено Наказ Міністерства палива та енергетики України 30.05.2003 р. №264 зареєстровано в Мін'юсті України 09.07.2003 р. за №570/7891.

- 12 Методика визначення питомих виробничо-технологічних витрат природного газу під час його транспортування газорозподільними мережами. Затверджено Наказ Міністерства палива та енергетики України 30.05.2003 р. №264 зареєстровано в Мін'юсті України 09.07.2003 р. за №570/7891.
- 13 Методичні вказівки по нормуванню і розрахунку емісії метану в атмосферу при видобутку, підготовленні, транспортуванні та зберіганні природного газу. - УкрНДІгаз, 1998р.
- 14 Методические рекомендации по расчету тепловых вторичных энергетических ресурсов на компрессорных станциях с газотурбинным приводом. Утверждены министерством газовой промышленности, 10.11.1984г.
- 15 СОУ 60.3-30019801-019:2005 Енергозбереження. Планування та облік виконання організаційно-технічних заходів щодо економії паливно-енергетичних ресурсів.

## Додаток Б

### Основні терміни і поняття

*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, електродвигунів 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.

Методичні вказівки щодо виконання розділу «Енергоресурсозбереження» у дипломних проектах (роботах) для студентів денної та заочної форм навчання зі спеціальностей: 7.05070204 – «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод», 7.05070207 – «Електромеханічне обладнання енергоємних виробництв».

Укладачі: к.т.н., доц. В.О. Огарь,  
асист. Ю.О. Алексєєва

Відповідальний за випуск зав. кафедри САУЕ Д.Й. Родькін

Підп. до др. \_\_\_\_\_. Формат 60×84 1/16. Папір тип. Друк ризографія.

Ум. друк. арк. \_\_\_\_\_. Наклад \_\_\_\_\_ прим. Зам. № \_\_\_\_\_. Безкоштовно.

Видавничий відділ  
Кременчуцького національного університету  
імені Михайла Остроградського  
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600