

ЛІТЕРАТУРА



НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНА

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ**

**Хомишин В.Г., Тарасенко М.Г.,
Козак К.М., Івасечко Р.Р.**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання курсового проекту
з курсу

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ

для студентів спеціальності
141 «Електроенергетика, електротехніка
та електромеханіка»

Хомишин В.Г. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з курсу «Енергетичний аудит» / В.Г. Хомишин, М.Г. Тарасенко, К.М. Козак, Р.Р. Івасечко. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ ім. І. Пулюя, 2017. – 59 с.

Укладачі	Хомишин Віктор Григорович асистент кафедри енергозбереження та енергетичного менеджменту
	Тарасенко Микола Григорович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри енергозбереження та енергетичного менеджменту
	Козак Катерина Миколаївна кандидат технічних наук, старший викладач кафедри світлотехніки та електротехніки
	Івасечко Роман Романович кандидат технічних наук, асистент кафедри енергозбереження та енергетичного менеджменту
Рецензент	Оробчук Богдан Ярославович кандидат технічних наук, доцент кафедри систем електроспоживання та комп'ютерних технологій в електроенергетиці
Відповідальний за випуск	Хомишин Віктор Григорович

Розглянуто й затверджено на засіданні кафедри енергозбереження та енергетичного менеджменту Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, протокол № 8 від 15 березня 2017 р.

Схвалено та рекомендовано до друку на засіданні методичної комісії факультету прикладних інформаційних технологій та електроінженерії Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, протокол № ____ від « ____ » _____ 2017 р.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ПРО КУРСОВЕ ПРОЕКТУВАННЯ.....	5
1. Актуальність теми курсового проекту.....	5
2. Мета і завдання курсового проектування.....	6
МЕЗ ¹ № 1. Впровадження енергетичного менеджменту.....	8
МЕЗ № 2. Підвищення ефективності спалювання палива в котлах.....	11
МЕЗ № 3. Установка конденсатовідвідних вузлів у системах використання пари.....	13
МЕЗ № 4. Реконструкція системи підготовки гарячої води.....	14
МЕЗ № 5. Термоізоляція паропроводів та трубопроводів гарячої води.....	17
МЕЗ № 6. Автоматизація обліку витрати енергоносіїв.....	20
МЕЗ № 7. Впровадження ефективних джерел світла.....	22
МЕЗ № 8. Підвищення ефективності роботи сушильних печей в ливарному цеху.....	26
МЕЗ № 9. Термоізоляція бака-акумулятора гарячої води.....	28
МЕЗ № 10. Моніторинг роботи котельного устаткування та температурного режиму тепловикористовуючого обладнання.....	30

¹ МЕЗ – можливий енергозберігаючий захід

МЕЗ № 11. Моніторинг й оптимізація потужності електроустановок	31
Вплив рекомендацій на стан навколишнього середовища.....	33
Додаток А. Вихідні дані на курсовий проект	35
Додаток Б. Варіанти тарифів на енергоресурси	37
Додаток В. Варіанти завдань до МЕЗ	38
Додаток Г. Зразок оформлення графічної частини проекту	49
Додаток Д. Діаграма перерахунку енергетичних величин.....	58
Рекомендована література.....	59

ВСТУП

Енергоефективність та енергозбереження є пріоритетними напрямками енергетичної політики більшості країн світу. Це зумовлено вичерпанням традиційних невідновлювальних паливно-енергетичних ресурсів, відсутністю реальних альтернатив їх заміни, наявністю ризиків під час їх виробництва і транспортування. В останній час ці чинники набувають все більшого значення у зв'язку із загальною нестабільністю у світових регіонах видобутку паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР), несприятливими умовами на паливних та ресурсних ринках.

Розвинені країни світу, у першу чергу, країни ЄС, які вже досягли значних успіхів у вирішенні проблеми енергоефективності, продовжують пошук нових джерел енергозабезпечення та розроблення заходів щодо енергозбереження, що є позитивним прикладом для України.

Досвід розвинених країн і власний досвід України вказують на необхідність державного регулювання процесів енергозбереження та проведення цілеспрямованої державної політики. Тільки держава шляхом виваженої законодавчої, гнучкої цінової, тарифної та податкової політики може забезпечити дієздатність фінансового механізму енергозбереження.

Політика енергозбереження в Україні є важливим чинником впливу на її енергетичну безпеку, стабільне забезпечення виробництва та населення ПЕР. Основою проведення політики енергозбереження в нашій державі є Закон України „Про енергозбереження” та Комплексна державна програма з енергозбереження України.

Реалізація державної програми з енергозбереження повинна стати одним із ключових чинників технологічного переоснащення всієї української економіки і докорінно підвищити її енергоефективність.

Проведення політики енергозбереження забезпечить для країни такі вигоди:

- зменшення обсягів необхідного імпорту ПЕР;
- оновлення основних фондів та впровадження нових технологій за рахунок економії коштів на імпортні енергоносії;
- зменшення обсягів шкідливих викидів у навколишнє середовище за рахунок технологічного переоснащення виробництва;
- підвищення рівня конкурентоспроможності вітчизняних товарів.

Все це дасть додаткові можливості країні щодо досягнення європейського рівня соціально-економічного розвитку і забезпечення у прогнозований період її повноправного членства у європейському співтоваристві.

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ПРО КУРСОВЕ ПРОЕКТУВАННЯ

1. Актуальність теми курсового проекту

В українській нормативно-правовій базі терміну “енергетичний аудит” відповідає термін “енергетичне обстеження”.

Енергетичний аудит є однією з форм реалізації державної політики з енергозбереження, яка полягає в наданні підприємствам, організаціям та установам допомоги в підвищенні рівня ефективності використання ПЕР шляхом проведення обстежень енергогосподарства, аналізування рівня ефективності використання ПЕР, розроблення та впровадження організаційних, правових, технічних та технологічних заходів з енергозбереження.

Таким чином, енергетичний аудит – постійно діючий механізм безупинного спостереження за станом функціонування енергетичного господарства об’єкта. З цього випливає, що потрібен постійний персонал, підготовлений здійснювати цю специфічну діяльність.

Енергетичний аудит потребує застосування творчого підходу до дослідження інформації про стан ефективності використання ПЕР енергогосподарством підприємства. У зв’язку з цим енергоаудитор повинен добре володіти теоретичними та методологічними основами енергетичного аудиту, які коротко розглянуто у даних методичних вказівках.

Дисципліна “Енергетичний аудит” є важливою складовою у підготовці фахівців зі спеціальностей 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Виконання курсового проекту з дисципліни «Енергетичний аудит» передбачає наявність у студентів відповідних знань із таких дисциплін: «Вимірювальна техніка і системи обліку», «Електропостачання», «Енергоощадність в технологічних процесах і установах», «Системи виробництва та розподілу енергії», «Споживачі електричної енергії», «Теплопостачання виробничих (житлово-комунальних) комплексів», «ТЕЦ, котельні та теплосистеми».

Дисципліну „Енергетичний аудит” варто вивчати до або паралельно з дисципліною «Енергетичний менеджмент».

2. Мета і завдання курсового проектування

Курсовий проект охоплює широке коло питань, пов'язаних з організацією проведення енергетичних аудитів об'єктів, що споживають ПЕР, систем електро-, тепло-, водо-, холодопостачання, каналізації, опалення, освітлення, вентиляції, підігріву повітря і кондиціонування, постачання стисненого повітря, обліку і контролювання споживання енергоносіїв, енергетичного менеджменту, а також визначенням пріоритетності впровадження енергоощадних заходів та оцінюванням їх впливу на довкілля.

Курсовий проект виконується з метою закріплення, поглиблення та узагальнення теоретичних знань, набутих студентами під час вивчення дисципліни «Енергетичний аудит», розвитку навичок їх практичного застосування, самостійного та комплексного розв'язання конкретних фахових задач.

Курсове проектування має також за мету навчити студента швидко і впевнено користуватися відповідною довідковою літературою, державними стандартами з енергозбереження, єдиними нормами і розцінками, таблицями, номограмами, типовими енергозберігаючими проектами та іншими матеріалами, які фахівець-енергоменеджер використовує під час своєї професійної діяльності, прищепити студентам навички виконання розрахунків, складання техніко-економічних обґрунтувань, пояснювальних записок тощо.

Курсове проектування надає студентам можливість здобуття та поглиблення практичних навичок самостійної кваліфікованої праці на рівні фахівця енергетичної галузі з використанням сучасних комп'ютерних інформаційних технологій при обробці графічної та символічної інформації, проведенні обчислень.

Робота над курсовим проектом з енергетичного аудиту готує студента до вирішення складнішого завдання – виконання й захисту дипломного проекту та кваліфікаційної магістерської роботи.

Беручи до уваги, що під час курсового проектування студенти використовують теоретичні знання та практичні навички, набуті під час вивчення дисципліни «Енергетичний аудит», виконання курсового проекту з неї планується або після повного завершення теоретичного курсу, або на його завершальному етапі.

МЕЗ № 1. ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ

Опис можливості

Основним інструментом скорочення споживання енергії та підвищення ефективності використання енергії на промислових підприємствах є енергетичний менеджмент. Енергетичний менеджмент – це система управління, заснована на проведенні типових вимірювань і перевірок. Вона забезпечує таку роботу підприємства, за якої споживається лише абсолютно необхідна для виробництва кількість енергії. Енергетичний менеджмент – це інструмент управління підприємством, який забезпечує постійне дослідження, а, отже, і знання про розподіл й умови споживання енергоресурсів на підприємстві, а також про оптимальне їх використання як для виробництва, так і для потреб опалювання та інших невиробничих потреб.

Шляхом впровадження енергетичного менеджменту можна отримати докладнішу картину споживання енергії підприємством, що дозволить провести порівняння рівнів споживання її з аналогічними показниками на інших підприємствах для точної оцінки проектів економії енергії, які плануються для впровадження на даному підприємстві (рис. 1).



Рис. 1. Циклічність енергетичного менеджменту

Енергетичний менеджмент починається з призначення керівництвом підприємства на відповідну посаду особи, відповідальної за впровадження енергетичного менеджменту на підприємстві – енергетичного менеджера (енергоменеджера). Основні

обов'язки енергоменеджера наступні:

- участь у складанні карти споживання енергії на підприємстві (ймовірно у співпраці зі стороннім консультантом-енергоаудитором);
- збирання даних щодо споживання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) з використанням лічильників та контрольно-вимірjuвальної апаратури;
- складання плану встановлення додаткових лічильників та контрольно-вимірjuвальної апаратури;
- збирання даних щодо потоків сировини, ПЕР та готової продукції;
- розрахунок ключових даних для підвищення ефективності використання енергії – в цілому та по окремих виробництвах;
- впровадження нових технологій на існуючих та створюваних енергосистемах для підвищення енергоефективності виробництва;
- підтримка своєї поінформованості щодо поточної політики в галузі енергетики з урахуванням усіх супутніх аспектів (наприклад, зміни в оподаткуванні, існуючі обмеження щодо рівня споживання енергії, субсидії, питання захисту навколишнього середовища та ін.).

Пропонується впровадити на підприємстві систему енергетичного менеджменту, що дасть можливість знизити споживання енергоносіїв підприємством на 5%.

Для впровадження енергетичного менеджменту на підприємстві необхідно розробити і впровадити систему обліку електроенергії з розшифруванням показів електричних лічильників всіх трансформаторних підстанцій в заданому часовому діапазоні. Існуючий комерційний облік контролює загальне споживання електроенергії, а всі внутрішні споживачі контролюються епізодично.

Систему обліку всіх енергоносіїв необхідно розробити із застосуванням сучасної комп'ютерної техніки, що дозволить оцінити динаміку енергоспоживання при випуску продукції й розробити рекомендації щодо економії енергоресурсів.

Розрахунок річної економії енергії

За даними 2012 р. підприємство за рік спожило 3 млн. кВт·год електроенергії, 600 тис. м³ природного газу, 50 т мазуту, 30 тис. м³ води. Світовий досвід та практика підтверджують, що при впровадженні енергетичного менеджменту гарантується зниження споживання енергоносіїв на 5 %.

Річна економія енергоносіїв по підприємству складе:

- а) електроенергії – $3\,000\,000 \cdot 0,05 = 150\,000$ кВтгод;
- б) природного газу – $600\,000 \cdot 0,05 = 30\,000$ м³;
- в) мазуту – $50 \cdot 0,05 = 2,5$ т.
- г) води – $30\,000 \cdot 0,05 = 1\,500$ м³.

Розрахунок річної економії витрат

За ціни 0,60 грн. за 1 кВтгод. електроенергії економія складе:

$$150\,000 \cdot 0,60 = 90\,000 \text{ грн.}$$

За ціни 4,00 грн. за 1 м³ природного газу економія витрат складе:

$$30\,000 \cdot 4,00 = 120\,000 \text{ грн.}$$

За ціни 5 500 грн. за 1 т мазуту економія витрат складе:

$$2,5 \cdot 5\,500 = 13\,750 \text{ грн.}$$

За ціни 5,00 грн. за 1 м³ води економія витрат складе:

$$1\,500 \cdot 5 = 7\,500 \text{ грн.}$$

Всього економія витрат на енергоносії складе:

$$E = 90\,000 + 120\,000 + 13\,750 + 7\,500 = 231\,250 \text{ грн.}$$

Витрати на реалізацію можливості

Світова практика показує, що витрати на впровадження енергетичного менеджменту плануються і складають 2÷5 % (приймаємо 2 %) від вартості енергоносіїв. Сюди входять витрати на удосконалення систем обліку енергоносіїв, заробітна плата заводського енергоменеджера, витрати на залучення консалтингової фірми для надання послуг в галузі енергозбереження. В обов'язки консалтингової фірми входить складання огляду потоку енергії на підприємстві, карти споживання енергії, балансу енергоспоживання, а також розробка пропозицій щодо підвищення енергоефективності, впровадження системи енергетичного менеджменту, допомога в організації закупівель енергетично ефективного устаткування.

Річні витрати на енергоносії:

– електроенергія: $3\,000\,000 \cdot 0,60 = 1\,800\,000$ грн.

– природний газ: $600\,000 \cdot 4,00 = 2\,400\,000$ грн.

– мазут: $50 \cdot 5\,500 = 275\,000$ грн.

– вода: $30\,000 \cdot 5 = 150\,000$ грн.

Всього річні витрати на енергоносії:

$$1\,800\,000 + 2\,400\,000 + 275\,000 + 150\,000 = 4\,625\,000 \text{ грн.}$$

При річних витратах на енергоносії 4 625 000 грн. сумарні витрати на впровадження енергетичного менеджменту складуть:

$$B = 4\,625\,000 \cdot 0,02 = 92\,500 \text{ грн.}$$

Оцінка простої окупності

Витрати на впровадження проекту: $B = 92\ 500$ грн.

Річна економія витрат на енергоносії: $E = 231\ 250$ грн.

Простий термін окупності складе:

$$TO = B / E = 92\ 500 / 231\ 250 = 0,4 \text{ року.}$$

МЕЗ № 2. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СПАЛЮВАННЯ ПАЛИВА В КОТЛАХ

Опис можливості

На підприємстві для забезпечення потреби в тепловій енергії використовуються 5 котлів типу «НАЗВА КОТЛА». Для роботи вказаних котлів розроблені режимні карти, проте автоматичного регулювання співвідношення газ-повітря відповідно до зміни навантаження не здійснюється. Показник витрати повітря контролюється періодично за тиском повітря, яке нагнітається, а газу – по тиску перед пальниками, що в умовах неконтрольованих підсмоктувань повітря не дозволяє обґрунтовано говорити про оптимальність процесів горіння. Контроль оптимальності процесу горіння здійснюється за суб'єктивним сприйняттям кольору полум'я оператором котельної.

(Привести рисунок та технічні характеристики
використовуваного на підприємстві промислового котла)

Вищезгадане підтверджується результатами вимірювання показників ефективності процесу спалювання природного газу в котлі «НАЗВА КОТЛА», проведеного з використанням аналізатора процесів горіння типу *Bacharach*. Як показали результати вимірювань, кількість кисню в тракті відхідних газів котла складає $16,6 \div 20,8$ %, коефіцієнт надлишку повітря – $3,76 \div 4,52$; температура відхідних газів після котла 124 °С, перед димовсмоктувачем – 30 °С, ефективність спалювання газу – $83,5$ % (без урахування температури дуттєвого повітря).

Пропонується обладнати експлуатаційну службу котельні аналізатором типу «НАЗВА ПРИЛАДУ» та включити в посадові обов'язки операторів періодичний контроль процесів горіння, що

забезпечить своєчасне виконання ремонтно-регулювальних робіт, підвищить ККД процесу горіння в котлі та дозволить зекономити природний газ.

(Привести рисунок, опис та технічні характеристики запропонованого газоаналізатора)

Розрахунок річної економії енергії

За паспортом котли «НАЗВА КОТЛА», обладнані економайзером (газоаналізатором), мають вищий ККД та меншу витрату умовного палива. Впровадження вказаного заходу понизить питому норму витрати на 12,5 % та підвищить середньозважений ККД котла до ~90 %.

Річна економія енергоносіїв по підприємству складе:

– природний газ: $600\,000 \cdot 0,125 = 75\,000 \text{ м}^3$.

– мазут: $50 \cdot 0,125 = 6,25 \text{ т}$.

Розрахунок річної економії витрат

Економія засобів у грошовому виразі за вартості газу 4 000 грн./тис. м³ та паливного мазуту 5 500 грн./т складе:

$$E = 75\,000 \cdot 4,00 + 6,25 \cdot 5\,500 = 334\,375 \text{ грн.}$$

Витрати на реалізацію можливості

Вартість одного газоаналізатора: $B_{га} = \underline{\hspace{2cm}}$ грн.

Транспортування і відвантаження (прийняти 10-20 % від вартості газоаналізатора): $B_{мв} = \underline{\hspace{2cm}}$ грн.

Всього витрати на купівлю та встановлення 5 газоаналізаторів:

$$B = (B_{га} + B_{мв}) \cdot 5 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ грн.}$$

Оцінка простої окупності

Витрати на реалізацію можливості: $B = \underline{\hspace{2cm}}$ грн.

Річна економія витрат на паливо: $E = \underline{\hspace{2cm}}$ грн.

Простий термін окупності складе:

$$TO = B / E = \underline{\hspace{2cm}} / \underline{\hspace{2cm}} = \text{років.}$$

МЕЗ № 3. УСТАНОВКА КОНДЕНСАТОВІДВІДНИХ ВУЗЛІВ У СИСТЕМАХ ВИКОРИСТАННЯ ПАРИ

Опис можливості

На підприємстві пара тиском 2,5 кг/см² використовується для потреб опалювання, гарячого водопостачання та на технологічні потреби. Як показали результати енергоаудиту, паровикористовуюче обладнання та системи парового опалювання не обладнані конденсатовідвідниками, внаслідок чого пролітна пара разом з конденсатом з температурою 105–110 °С скидається у каналізацію.

Для підвищення ефективності системи використання пари необхідно перевести систему опалювання цехів з пари на воду, обладнати все паровикористовуюче обладнання конденсатовідвідниками, організувати повернення конденсату в котельню. Це дозволить підвищити ефективність роботи паровикористовуючого обладнання в середньому на 10–15 %.

Найбільш завантаженим паровикористовуючим обладнанням підприємства є:

- 1) гальваніка цеху № 1 – річне споживання пари 260 Гкал;
- 2) бойлерні в цехах № 1, 2, 3 – річне споживання пари 1000 Гкал;
- 3) мийні машини цеху № 3 – річне споживання пари 180 Гкал;

Пропонується встановити на вказаному устаткуванні конденсатовідвідні вузли (5 шт.).

(Привести рисунок, опис та технічні характеристики запропонованого конденсатовідвідного вузла)

Розрахунок річної економії енергії (тепла)

Приймаємо, що ККД паровикористовуючого обладнання зросте на 10 %. Результати розрахунку зведемо в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Результати розрахунку річної економії тепла

№ п/п	Найменування місця установки конденсатовідвідних вузлів	Річне споживання пари, Гкал	Економія теплової енергії, Гкал
1	Гальваніка цеху № 1	260	26
2	Бойлерні в цехах № 1, 2, 3	1000	100
3	Мийні машини цеху № 3	180	18
	Разом	1440	144

Це відповідає економії споживання природного газу (1 Гкал = 0,124 тис. м³ природного газу) в об'ємі:

$$144 \cdot 124 = 17\,856 \text{ м}^3.$$

Розрахунок річної економії витрат

За ціни 4,00 грн. за 1 м³ природного газу економія витрат складе:

$$E = 17\,856 \cdot 4,00 = 71\,424 \text{ грн.}$$

Витрати на реалізацію можливості

Вартість одного конденсатовідвідного вузла: $B_{кв} = \underline{\hspace{2cm}}$ грн.

Вартість монтажних робіт (прийняти $\approx 10\text{-}20\%$ від $B_{кв}$): $B_m = \underline{\hspace{2cm}}$ грн.

Всього витрати на купівлю та встановлення 5 конденсатовідвідних вузлів:

$$B = (B_{кв} + B_m) \cdot 5 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ грн.}$$

Оцінка простої окупності

Витрати на реалізацію можливості: $B = \underline{\hspace{2cm}}$ грн.

Річна економія витрат на газ: $E = \underline{\hspace{2cm}}$ грн.

Простий термін окупності складе:

$$TO = B / E = \underline{\hspace{2cm}} / \underline{\hspace{2cm}} = \text{років.}$$

МЕЗ № 4. РЕКОНСТРУКЦІЯ СИСТЕМИ ПІДГОТОВКИ ГАРЯЧОЇ ВОДИ

Опис можливості

Існуюча система приготування гарячої води містить паровий котел ДЕ-6,5-13, який виробляє пару з параметрами: $P = 5,0 \text{ кгс/см}^2$ та температурою $t = 151 \text{ }^\circ\text{C}$. Ця пара поступає в швидкісний пароводяний підігрівач і далі у витратні баки систем гарячого водопостачання корпусів.

Як показали результати енергоаудиту, за існуючої системи приготування гарячої води мають місце втрати теплової енергії, обумовлені частими пусками–зупинками парового котла, недостатнім його завантаженням та низьким ККД.

Пропонується змінити схему та склад обладнання системи приготування гарячої води. Для цього як джерело теплової енергії встановити котел КВ-0,1 потужністю 100 кВт з ККД не менше 92 %. Теплоносій з котла поступає у водо-водяний пластинчастий підігрівач з відповідною теплопродуктивністю. На циркулярному насосі та вентиляторі пальника електродвигуни споживають не більше 3 кВт. Холодна вода нагрівається в пластинчастому водопідігрівачі до $t_{зв} = 60$ °С і поступає в баки-акумулятори гарячої води, встановлені у корпусах.

Розрахунок річної економії енергії

Витрата теплової енергії на гаряче водопостачання визначається з виразу:

$$Q_{звн} = n \cdot c \cdot (t_z - t_x) \cdot (m_o \cdot g_{зo} + m_k \cdot g_{зк}) \cdot \tau_m \cdot 10^{-6}, \text{ Гкал,}$$

де n – кількість робочих днів у році, $n = 250$ днів;

c – теплоємність води, $c = 1,0$ ккал/(л·°С);

m_o – розрахункова кількість споживачів, які користуються душем, $m_o = 30$ чол.;

m_k – розрахункова кількість споживачів, які користуються кранами, $m_k = 12$ чол.;

$g_{зo}$ – норма споживання гарячої води для душових, $g_{зo} = 270$ л/чол.;

$g_{зк}$ – норма споживання гарячої води для кранів, $g_{зк} = 60$ л/чол.;

t_z – розрахункова температура гарячої води, $t_z = 60$ °С;

t_x – розрахункова температура холодної води, $t_x = 15$ °С;

τ_m – час миття, $\tau_m = 1$ год.

Підставивши значення, отримаємо

$$Q_{звн} = 250 \cdot 1 \cdot (60 - 15) \cdot (30 \cdot 270 + 12 \cdot 60) \cdot 1 \cdot 10^{-6} = 99,2 \text{ Гкал.}$$

Котел ДЕ-6,5-13 працює 3 години на день (розпалювання та нагрівання води). ККД котла $\eta_1 = 70$ %, питома витрата природного газу $b_1 = 177,46$ м³/Гкал, витрата умовного палива на розпалювання після 21 годин простою $B_1 = 200$ кг у.п.

Пропонується встановити газовий водогрійний котел типу КВ-0,1 тепловою потужністю 100 кВт, ККД $\eta_2 = 92$ %, питома витрата природного газу $b_2 = 134,88$ м³/Гкал, витрата умовного палива на розпалювання після 18 годин простою $B_2 = 50$ кг у.п.

Економія природного газу при нагріванні води:

$$E_n = 1,1 \cdot Q_{\text{звн}} \cdot (b_1 - b_2) = 1,1 \cdot 99,2 \cdot (177,46 - 134,88) = 4\,646 \text{ м}^3.$$

Економія природного газу при розпалюванні котла:

$$E_p = (B_1 - B_2) \cdot n = (250 - 50) \cdot 250 = 50\,000 \text{ кг у.п.}$$

$$\text{або } E_p = 50\,000 \cdot 0,870 = 43\,500 \text{ м}^3 \text{ газу.}$$

Загальна економія природного газу:

$$E_z = 43\,500 + 4\,646 = 48\,146 \text{ м}^3.$$

Котел ДЕ-6,5-13 працює $\tau_k = 3$ год./день, при цьому працює димовсмоктувач зі споживаною потужністю $P_1 = 20$ кВт. Споживання електроенергії циркуляційною помпою і вентилятором пальника котла КВ-0,1 складає $P_2 = 3$ кВт.

Загальна економія електроенергії становитиме:

$$E_{el} = n \cdot \tau_k \cdot (P_1 - P_2) = 250 \cdot 3 \cdot (20 - 3) = 12\,750 \text{ кВтгод.}$$

Розрахунок річної економії витрат

За ціни 0,60 грн. за 1 кВтгод. електроенергії економія складе:

$$E_1 = 12\,750 \cdot 0,60 = 7\,650 \text{ грн.}$$

За ціни 4,00 грн. за 1 м³ природного газу економія витрат складе:

$$E_2 = 48\,146 \cdot 4,00 = 192\,584 \text{ грн.}$$

Сумарна економія витрат від впровадження:

$$E = E_1 + E_2 = 7\,650 + 192\,584 = 200\,234 \text{ грн.}$$

Витрати на реалізацію можливості

Вартість котла КВ-0,1: $B_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ грн.

Вартість проектних робіт: $B_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ грн. (~ 10-15 % від B_1)

Вартість монтажних робіт: $B_3 = \underline{\hspace{2cm}}$ грн. (~ 20-30 % від B_1)

Загальні витрати:

$$B = B_1 + B_2 + B_3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ грн.}$$

Оцінка простої окупності

Витрати на реалізацію можливості: $B = \underline{\hspace{2cm}}$ грн.

Річна економія витрат на енергоресурси: $E = \underline{\hspace{2cm}}$ грн.

Простий термін окупності складе:

$$TO = B / E = \underline{\hspace{2cm}} / \underline{\hspace{2cm}} = \text{років.}$$

МЕЗ № 5. ТЕРМОІЗОЛЯЦІЯ ПАРОПРОВОДІВ ТА ТРУБОПРОВОДІВ ГАРЯЧОЇ ВОДИ

Опис можливості

В результаті проведеного енергетичного аудиту системи розподілу пари було встановлено, що частина паропроводів, відгалуження і трубопровідна мережа гарячого водопостачання теплоізоляції не мають. Відомості про неізольовану трубопровідну мережу, отримані на підприємстві під час проведення енергоаудиту, наведені в табл. 5.1.

Коефіцієнт корисної дії котла, відповідно до проведених вимірювань, складає 85 %, а коефіцієнт корисної дії системи розподілу пари – 78 %. Паровий котел на даний час працює протягом року 30 годин на тиждень, 52 тижні на рік.

Пропонується повністю заізолювати парову трубопровідну мережу та мережу гарячого водопостачання (ГВП). Товщина теплоізоляції вибирається залежно від діаметру труби та її призначення.

Таблиця 5.1

Параметри трубопровідної мережі

№ трубопроводу	Призначення трубопроводу	Загальна довжина L , м	Діаметр, D мм	Число фланців m , шт.	Число вентилів n , шт.	Температура t , °С
1	Паропровід	200	80	5	3	120
2	Паропровід	300	50	4	2	120
3	Паропровід	110	40	3	1	120
4	Гаряча вода	80	25	5	3	70
5	Гаряча вода	50	30	4	2	70
6	Гаряча вода	140	40	3	1	70

Розрахунок річної економії енергії

Втрати теплової енергії неізольованими трубопроводами визначаємо за формулою:

$$Q_{\text{ніз}} = q_{\text{ніз}} \cdot L_0 \cdot k, \text{ ккал/год.},$$

де $q_{\text{ніз}}$ – питомі втрати неізольованими трубопроводами, $q_{\text{ніз}} = 400$ ккал/м·год.;

k – поправочний коефіцієнт, який залежить від температури навколишнього повітря та від різниці температур стінок труби і повітря, приймаємо $k = 0,96$;

L_0 – приведена довжина трубопроводу;

$$L_0 = L + (0,5 \cdot m) + (1 \cdot n), \text{ м}$$

де L – загальна довжина трубопроводу, м;

m – кількість фланців на трубопроводі, шт.,

n – кількість вентилів на трубопроводі, шт.

Втрати теплової енергії ізольованими трубопроводами визначаємо за формулою:

$$Q_{из} = q_{из} \cdot (t_{mp} - t_{нов}) \cdot a \cdot b \cdot L_0, \text{ ккал/год.},$$

де $q_{из}$ – питомі втрати ізольованими трубопроводами, $q_{из} = 0,227$ ккал/(м·°С·год.);

t_{mp} – температура стінки трубопроводу, яка приймається рівною температурі теплоносія (пари або гарячої води, див. табл. 5.1), °С;

$t_{нов}$ – температура повітря, $t_{нов} = 15$ °С;

a – поправочний коефіцієнт, який залежить від товщини ізоляції, коефіцієнту теплопровідності ізоляційного матеріалу та різниці температур теплоносія і повітря. При товщині ізоляції до 100 мм та різниці температур до 300 °С приймається $a = 1$;

b – поправочний коефіцієнт на вплив вітру (при швидкості вітру понад 5 м/с), для розрахунків приймаємо $b = 1,04$.

Для трубопроводу № 1 маємо:

$$L_0 = 200 + (0,5 \cdot 5) + (1 \cdot 3) = 205,5 \text{ м,}$$

$$Q_{низ} = 400 \cdot 205,5 \cdot 0,96 = 78\,912 \text{ ккал/год.},$$

$$Q_{из} = 0,227 \cdot (120 - 15) \cdot 1 \cdot 1,04 \cdot 205,5 = 5\,094 \text{ ккал/год.}$$

Аналогічні розрахунки виконані для всіх трубопроводів, результати зведені в табл. 5.2.

Таблиця 5.2

Результати розрахунку теплових втрат

№ трубопроводу	Приведена довжина L_0 , м	Теплові втрати без ізоляції $Q_{низ}$, ккал/год.	Теплові втрати з ізоляцією $Q_{из}$, ккал/год.	Чиста економія E_q , ккал/год.
1	205,5	78 912	5 094	73 818
2	304	116 736	7 536	109 200
3	112,5	43 200	2 789	40 411
4	85,5	32 832	1 110	31 722
5	54	20 736	701	20 035
6	142,5	54 720	1 850	52 870
Всього:				328 056

Річна економія теплової енергії з урахуванням ККД котла та ККД системи розподілу пари складе:

$$E_{\text{рік}} = \frac{328\,056}{0,85 \cdot 0,78} \cdot 30 \cdot 52 \cdot 10^{-6} = 772 \text{ Гкал.}$$

Це відповідає споживанню природного газу (1 Гкал = 0,124 тис. м³ природного газу) в об'ємі:

$$772 \cdot 124 = 95\,728 \text{ м}^3.$$

На даний час можна реально понизити тепловтрати в теплових мережах шляхом використання сучасних ефективних видів теплоізоляційних матеріалів.

(Привести перелік теплоізоляційних матеріалів, їх характеристики, коефіцієнт теплопровідності, особливості використання, рисунки з прикладами впровадження чи монтажу)

Розрахунок річної економії витрат

За ціни 4,00 грн. за 1 м³ природного газу економія витрат складе:

$$95\,728 \cdot 4,00 = 382\,912 \text{ грн.}$$

Витрати на реалізацію можливості

Сумарну вартість ізоляції, яку необхідно встановити на підприємстві, обчислюємо за формулою:

$$B_{\text{із}} = L_{\text{пар}} \cdot C_{\text{із.пар}} + L_{\text{гвн}} \cdot C_{\text{із.гвн}}, \text{ грн.}$$

де $L_{\text{пар}}$ – сумарна приведена довжина паропроводів (трубопроводи № 1-3), $L_{\text{пар}} = 205,5 + 304 + 112,5 = 622 \text{ м}$;

$L_{\text{гвн}}$ – сумарна приведена довжина трубопроводів гарячої води (трубопроводи № 4-6), $L_{\text{гвн}} = 85,5 + 54 + 142,5 = 282 \text{ м}$;

$C_{\text{із.пар}}$ – вартість 1 погонного метра ізоляції паропроводу,
 $C_{\text{із.пар}} = \underline{\hspace{2cm}}$ грн./м;

$C_{\text{із.гвн}}$ – вартість 1 погонного метра ізоляції трубопроводу гарячої води, $C_{\text{із.гвн}} = \underline{\hspace{2cm}}$ грн./м.

Вартість монтажних робіт: $B_{\text{м}} = \underline{\hspace{2cm}}$ грн. ($\approx 30\%$ від $B_{\text{із}}$)

Загальні витрати:

$$B = B_{\text{із}} + B_{\text{м}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ грн.}$$

Оцінка простої окупності

Витрати на реалізацію можливості: $B = \underline{\hspace{2cm}}$ грн.

Річна економія витрат на газ: $E = \underline{\hspace{2cm}}$ грн.

Простий термін окупності складе:

$$TO = B / E = \underline{\hspace{2cm}} / \underline{\hspace{2cm}} = \text{років.}$$

МЕЗ № 6. АВТОМАТИЗАЦІЯ ОБЛІКУ ВИТРАТИ ЕНЕРГОНОСІЇВ

Опис можливості

Підприємство споживає декілька видів енергоносіїв: електроенергію, газ, пару, стиснене повітря, гарячу технічну і питну воду.

Електроенергія подається на підприємство трьома кабельними вводами напругою 6 кВ. В межах промислового майданчика розподіл електроенергії здійснюється через підстанції 6/0,4 кВ загальною встановленою потужністю 6 000 кВА. Комерційний облік споживання електроенергії здійснюється на вводах. Покази лічильників знімаються вручну. Технічний облік на підприємстві не здійснюється.

Детальне знайомство з підприємством показало, що розрахунок споживання пари, електроенергії, газу, стисненого повітря, холодної та гарячої води окремими підрозділами підприємства проводиться за нормативними показниками та за реальними обсягами продукції, що випускається. Приладовий облік енергоносіїв усередині підприємства не ведеться.

Пропонується автоматизувати комерційний облік споживання енергоресурсів на вводах за допомогою наступних засобів обліку й контролю.

(Привести короткий опис, рисунок та технічні характеристики пропонувані для використання на промисловому підприємстві приладів обліку електроенергії, природного газу та води відповідно до обсягів споживання їх підприємством згідно МЕЗ № 1. Пропонувані прилади повинні бути сучасними та мати інтерфейси для використання в системах автоматизованого комерційного обліку та телеметричного контролю. Описати переваги, які матиме підприємство при використанні приладів обліку. Запропонувати схему (привести рисунок та опис) автоматизованої системи комерційного обліку енергії (АСКОЕ))

Розрахунок річної економії енергії

Виходячи з досвіду, очікувана економія від впровадження власного автоматизованого обліку та впровадження системи контролю й планування енерговитрат становитиме 5 %.

Таким чином, за даними споживання у 2012 році річна економія енергоносіїв, для яких буде впроваджуватися автоматизований комерційний облік, складе:

а) електроенергії – $3\,000\,000 \cdot 0,05 = 150\,000$ кВтгод;

б) природного газу – $600\,000 \cdot 0,05 = 30\,000$ м³;

г) води – $30\,000 \cdot 0,05 = 1\,500$ м³.

Розрахунок річної економії витрат

За ціни 0,60 грн. за 1 кВтгод. електроенергії економія складе:

$$150\,000 \cdot 0,60 = 90\,000 \text{ грн.}$$

За ціни 4,00 грн. за 1 м³ природного газу економія витрат складе:

$$30\,000 \cdot 4,00 = 120\,000 \text{ грн.}$$

За ціни 5,00 грн. за 1 м³ води економія витрат складе:

$$1\,500 \cdot 5 = 7\,500 \text{ грн.}$$

Всього економія витрат на енергоносії складе:

$$E = 90\,000 + 120\,000 + 7\,500 = 217\,500 \text{ грн.}$$

Витрати на реалізацію можливості

Вартість лічильника електроенергії типу «НАЗВА ПРИЛАДУ»:

$$V_{ле} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ грн.}$$

Вартість лічильника газу типу «НАЗВА ПРИЛАДУ»: $V_{лг} = \underline{\hspace{2cm}}$ грн.

Вартість лічильника води типу «НАЗВА ПРИЛАДУ»: $V_{лв} = \underline{\hspace{2cm}}$ грн.

Вартість системи АСКОЕ: $V_{ас} = \underline{\hspace{2cm}}$ грн.

Будівельно-монтажні та налагоджувальні роботи: $V_{м} = \underline{\hspace{2cm}}$ грн.

(прийняти $\approx 10\text{-}15\%$ від суми перших чотирьох даних).

Загальні витрати:

$$V = V_{ле} + V_{лг} + V_{лв} + V_{ас} + V_{м} = \underline{\hspace{1cm}} + \underline{\hspace{1cm}} + \underline{\hspace{1cm}} + \underline{\hspace{1cm}} + \underline{\hspace{1cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ грн.}$$

Оцінка простої окупності

Витрати на реалізацію можливості: $V = \underline{\hspace{2cm}}$ грн.

Річна економія витрат на енергоносії: $E = \underline{\hspace{2cm}}$ грн.

Простий термін окупності складе:

$$TO = V / E = \underline{\hspace{2cm}} / \underline{\hspace{2cm}} = \text{років.}$$

МЕЗ № 7. ВПРОВАДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНИХ ДЖЕРЕЛ СВІТЛА

Опис можливості

Система зовнішнього освітлення підприємства складається з 50 світильників СЗПР із ртутними лампами високого тиску: ДРЛ-400 – 35 шт. та ДРЛ-250 – 15 шт. Частина території підприємства, яка прилягає до виробничих будівель, освітлюється звичайними лампами розжарювання потужністю 500 Вт та 1000 Вт. Середньодобова тривалість роботи світильників зовнішнього освітлення 10 год.

Система внутрішнього освітлення виробничої зони підприємства складається з 120 світильників з лампами ДРЛ-400 та 80 світильників з лампами ДРЛ-250. Також для внутрішнього освітлення на підприємстві використовуються світильники з лампами розжарювання потужністю 300÷500 Вт та світильники з люмінесцентними лампами типу ЛБ-40. Середньодобова тривалість роботи світильників внутрішнього освітлення 3 год. (однорічний режим роботи).

Світловий потік лампи ДРЛ-400 становить 23 000 лм, а номінальна тривалість експлуатації – 6 000 годин, ДРЛ-250 відповідно – 10 000 лм та 2 400 годин.

Враховуючи, що більше половини потужності припадає саме на ці лампи, пропонується проект заміни ртутних ламп ДРЛ-400 зовнішнього освітлення території підприємства та внутрішнього освітлення цехів на натрієві лампи високого тиску ДНаТ-250-3, а ламп ДРЛ-250 на ДНаТ-100-3 з використанням існуючих світильників і заміною пускорегулювальної апаратури (ПРА).

Натрієві лампи високого тиску типу ДНаТ-250-3 мають триваліший термін експлуатації – 12 000 годин при світловому потоці 25 000 лм, а ДНаТ-100-3 – відповідно 6 000 годин та 9 000 лм.

Розрахунок річної економії енергії

Зовнішнє освітлення

1. Потужність світильника СЗПР, укомплектованого ртутною лампою ДРЛ-400

$$P_{c1} = (S_{л-1} + S_{ПРА-1}) \cdot \cos \varphi,$$

де $S_{л-1} = 400$ ВА – потужність лампи ДРЛ-400;

$S_{ПРА-1} = 85$ ВА – потужність пускорегулювальної апаратури;
 $\cos \varphi = 0,98$.

$$P_{c1} = (400 + 85) \cdot 0,98 = 475 \text{ Вт або } 0,475 \text{ кВт.}$$

Кількість споживаної електроенергії 35-ма світильниками з лампами ДРЛ-400 за рік за середньодобової тривалості роботи 10 годин

$$W_1 = P_{c1} \cdot n_1 \cdot F_1,$$

де $n_1 = 35$ – кількість світильників зовнішнього освітлення з лампами ДРЛ-400;

$F_1 = 10 \cdot 365 = 3650$ год. – річний фонд часу роботи світильника зовнішнього освітлення.

$$W_1 = 0,475 \cdot 35 \cdot 3650 = 60681 \text{ кВт·год.}$$

2. Потужність світильника СЗПР, укомплектованого натрієвою лампою ДНаТ-250-3

$$P_{c2} = (S_{л-2} + S_{ПРА-2}) \cdot \cos \varphi,$$

де $S_{л-2} = 250$ ВА – потужність лампи ДНаТ-250-3;

$S_{ПРА-2} = 34,7$ ВА – потужність пускорегулювальної апаратури;
 $\cos \varphi = 0,98$.

$$P_{c2} = (250 + 34,7) \cdot 0,98 = 279 \text{ Вт або } 0,279 \text{ кВт.}$$

Кількість споживаної електроенергії 35-ма світильниками з лампами ДНаТ-250-3 за рік за середньодобової тривалості роботи 10 годин

$$W_2 = P_{c2} \cdot n_1 \cdot F_1 = 0,279 \cdot 35 \cdot 3650 = 35642 \text{ кВт·год.}$$

3. Річна економія електроенергії від використання ламп ДНаТ-250-3 замість ламп ДРЛ-400 для зовнішнього освітлення складає

$$\Delta W_{e1} = W_1 - W_2 = 60681 - 35642 = 25039 \text{ кВт·год.}$$

4. Потужність світильника СЗПР, укомплектованого ртутною лампою ДРЛ-250

$$P_{c3} = (S_{л-3} + S_{ПРА-3}) \cdot \cos \varphi,$$

де $S_{л-3} = 250$ ВА – потужність лампи ДРЛ-250;

$S_{ПРА-3} = 54,1$ ВА – потужність пускорегулювальної апаратури;
 $\cos \varphi = 0,98$.

$$P_{c3} = (250 + 54,1) \cdot 0,98 = 298 \text{ Вт або } 0,298 \text{ кВт.}$$

Кількість споживаної електроенергії 15-ма світильниками з лампами ДРЛ-250 за рік за середньодобової тривалості роботи 10

годин

$$W_3 = P_{c3} \cdot n_2 \cdot F_1,$$

де $n_2 = 15$ – кількість світильників зовнішнього освітлення з лампами ДРЛ-250

$$W_3 = 0,298 \cdot 15 \cdot 3650 = 16315 \text{ кВтгод.}$$

5. Потужність світильника СЗПР, укомплектованого натрієвою лампою ДНаТ-100-3

$$P_{c4} = (S_{л-4} + S_{ППА-4}) \cdot \cos \varphi,$$

де $S_{л-4} = 100$ ВА – потужність лампи ДНаТ-100-3;

$S_{ППА-4} = 7$ ВА – потужність пускорегулювальної апаратури;

$\cos \varphi = 0,98$.

$$P_{c4} = (100 + 7) \cdot 0,98 = 105 \text{ Вт або } 0,105 \text{ кВт.}$$

Кількість споживаної електроенергії 15-ма світильниками з лампами ДНаТ-100-3 за рік за середньодобової тривалості роботи 10 годин

$$W_4 = P_{c4} \cdot n_2 \cdot F_1 = 0,105 \cdot 15 \cdot 3650 = 5748 \text{ кВтгод.}$$

6. Річна економія електроенергії при використанні лампи ДНаТ-100-3 замість ламп ДРЛ-250 для зовнішнього освітлення складає

$$\Delta W_{e2} = W_3 - W_4 = 16315 - 5748 = 10567 \text{ кВт.год.}$$

Внутрішнє освітлення

1. Кількість споживаної електроенергії 120-ма світильниками з лампами ДРЛ-400 за рік при середньодобовому ввімкненні на 3 години

$$W_5 = P_{c1} \cdot n_3 \cdot F_2,$$

де $n_3 = 120$ – кількість світильників внутрішнього освітлення з лампами ДРЛ-400;

$F_2 = 3 \cdot 365 = 1095$ год. – річний фонд часу роботи світильника внутрішнього освітлення.

$$W_5 = 0,475 \cdot 120 \cdot 1095 = 62\,415 \text{ кВтгод.}$$

2. Кількість споживаної електроенергії 120-ма світильниками з лампами ДНаТ-250-3 за рік при середньодобовому ввімкненні на 3 години

$$W_6 = P_{c2} \cdot n_3 \cdot F_2 = 0,279 \cdot 120 \cdot 1095 = 36\,660 \text{ кВтгод.}$$

3. Річна економія електроенергії від використання ламп ДНаТ-250-3 замість ламп ДРЛ-400 для внутрішнього освітлення складає

$$\Delta W_{e3} = W_5 - W_6 = 62\,415 - 36\,600 = 25\,815 \text{ кВт.год.}$$

4. Кількість споживаної електроенергії 80-ма світильниками з лампами ДРЛ-250 за рік при середньодобовому ввімкненні на 3 години

$$W_7 = P_{c3} \cdot n_4 \cdot F_2,$$

де $n_4 = 80$ – кількість світильників внутрішнього освітлення з лампами ДРЛ-250

$$W_7 = 0,298 \cdot 80 \cdot 1095 = 26\,105 \text{ кВт.год.}$$

5. Кількість споживаної електроенергії 80-ма світильниками з лампами ДНаТ-100-3 за рік при середньодобовому ввімкненні на 3 години

$$W_8 = P_{c4} \cdot n_4 \cdot F_2 = 0,105 \cdot 80 \cdot 1095 = 9\,198 \text{ кВт.год.}$$

6. Річна економія електроенергії при використанні лампи ДНаТ-100-3 замість ламп ДРЛ-250 для внутрішнього освітлення складає

$$\Delta W_{e4} = W_7 - W_8 = 26\,105 - 9\,198 = 16\,907 \text{ кВт.год.}$$

У результаті по підприємству річна економія електроенергії складе:

$$\begin{aligned} \Delta W_e &= \Delta W_{e1} + \Delta W_{e2} + \Delta W_{e3} + \Delta W_{e4} = \\ &= 25\,039 + 10\,567 + 25\,815 + 16\,907 = 78\,328 \text{ кВт} \cdot \text{год.} \end{aligned}$$

Розрахунок річної економії витрат

За ціни 0,60 грн. за 1 кВт.год. електроенергії економія складе:

$$E = 78\,328 \cdot 0,60 = 46\,997 \text{ грн.}$$

Витрати на реалізацію можливості

Вартість однієї лампи ДНаТ-250-3 з ПРА: $B_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ грн.

Вартість однієї лампи ДНаТ-100-3 з ПРА: $B_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ грн.

Витрати на реалізацію можливості:

$$B = B_1(n_1 + n_3) + B_2(n_2 + n_4) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ грн.}$$

Вартість монтажних робіт не враховується, оскільки ці роботи виконуватимуться працівниками підприємства.

Оцінка простої окупності

Витрати на реалізацію можливості: $B = \underline{\hspace{2cm}}$ грн.

Річна економія витрат на електроенергію: $E = \underline{\hspace{2cm}}$ грн.

Простий термін окупності складе:

$$TO = B / E = \underline{\hspace{2cm}} / \underline{\hspace{2cm}} = \text{років.}$$

МЕЗ № 8. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СУШИЛЬНИХ ПЕЧЕЙ В ЛИВАРНОМУ ЦЕХУ

Опис можливості

У ливарному цеху підприємства сушіння ливарних форм і стрижнів здійснюється в камерних печах з нерухомим подом. Процес сушіння здійснюється продуктами згоряння природного газу, який спалюється:

а) в сушарці стрижнів – двома пальниками з витратою газу по 40 м³/год.;

б) в двокамерній сушарці ливарних форм – 4-ма пальниками з витратою газу по 90 м³/год.

Регулювання процесу горіння здійснюється вручну за температурою в камері. Співвідношення газ-повітря не регулюється. Обстеження стану воріт печей показало, що вони щільно не зачиняються, залишаючи зазор, стулки воріт не мають внутрішньої теплоізоляції. Як показали результати вимірювання параметрів процесу спалювання природного газу в двокамерній сушарці ливарних форм, фактичний ККД спалювання газу $\eta = 68 \%$, коефіцієнт надлишку повітря $\alpha = 2,98 \dots 3,32$; вміст кисню в продуктах згоряння 14,3...15,0 %, температура в камері 314...271 °С, що вказує на незадовільну організацію використання природного газу.

Пропонується здійснити ремонт воріт камерних печей, провести їх режимне налагодження й організувати з використанням аналізатора процесу горіння типу «НАЗВА ПРИЛАДУ» (зазначити прилад, запропонований у МЕЗ № 2) моніторинг параметрів процесу спалювання природного газу в печах.

Розрахунок річної економії енергії

Як показали результати енергоаудиту, основними причинами нераціонального використання природного газу в печах сушіння є:

а) низький ККД спалювання природного газу, який складає $\eta = 68 \%$. Усунення причини нераціонального витрачання надлишку повітря і доведення його до $\alpha = 1,15$ замість отриманого в результаті вимірювання $\alpha = 2,98 \dots 3,32$ дозволить довести ККД горіння до 97 % і скоротити споживання природного газу на величину

$$E_1 = \frac{B_{\text{суш}}}{1,15} \left(1 - \frac{1}{(2 - \eta_\phi) \cdot \eta_n} \right) = \frac{120000}{1,15} \left(1 - \frac{1}{(2 - 0,68) \cdot 0,97} \right) = 22852 \text{ м}^3,$$

де $B_{\text{суш}}$ – споживання природного газу на сушіння форм, складає 20 % від загального споживання газу підприємством, тобто

$$B_{\text{суш}} = 600000 \cdot 0,2 = 120000 \text{ м}^3,$$

η_ϕ – фактичний ККД горіння природного газу в печі, $\eta_\phi = 0,68$;

η_n – очікуваний ККД горіння природного газу в печі, $\eta_n = 0,97$.

б) втрати тепла через ізоляцію воріт камер. Як показали результати енергоаудиту, камерні сушарки мають ворота розміром $4,0 \times 2,8$ м. Ворота повинні бути теплоізовані зсередини, проте ізоляції немає.

Зменшення втрат тепла через ізоляцію воріт камери сушіння форм визначимо з виразу:

$$Q_2 = F_g \cdot (q_\phi - q_n) \cdot T_n = 11,2 \cdot (4600 - 1230) \cdot 500 = 18\,872\,000 \text{ ккал}$$

або

$$E_2 = 18,872 \cdot 124 = 2\,340 \text{ м}^3 \text{ природного газу,}$$

де F_g – площа воріт камери сушіння форм, $F_g = 4 \times 2,8 = 11,2 \text{ м}^2$;

q_ϕ – фактичний питомий тепловий потік за температури в камері $t = 350$ °С через ворота металеві подвійні з повітряним прошарком, $q_\phi = 4600 \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{год}$;

q_n – номінальний питомий тепловий потік через ворота з футеровкою, $q_n = 1\,230 \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{год}$;

T_n – тривалість роботи печі за рік, $T_n = 500 \text{ год}$.

в) втрати тепла тепловипромінюванням через нещільність зачинення воріт. Зменшення втрат тепла через нещільність зачинення воріт визначимо з виразу:

$$\begin{aligned} Q_3 &= 2 \cdot G_s \cdot \left(\frac{t_n}{100} \right)^4 \cdot F_{\text{щ}} \cdot \phi \cdot T_n \cdot = \\ &= 2 \cdot 4,96 \cdot \left(\frac{573}{100} \right)^4 \cdot 0,544 \cdot 0,7 \cdot 500 = 2\,036\,091 \text{ ккал,} \end{aligned}$$

або

$$E_3 = 2,036 \cdot 124 = 252 \text{ м}^3 \text{ природного газу,}$$

де G_s – коефіцієнт випромінювання, $G_s = 4,96 \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{год}$;

t_n – середня температура печі, $t_n = 300 + 273 = 573$ К;

$F_{щ}$ – площа щілини між стулками воріт, $F_{щ} = 0,544$ м²;

ϕ – коефіцієнт діафрагмування, $\phi = 0,7$.

Загальна економія газу складе

$$E_{газ} = E_1 + E_2 + E_3 = 22852 + 2\ 340 + 252 = 25\ 444 \text{ м}^3.$$

Розрахунок річної економії витрат

За ціни 4,00 грн. за 1 м³ природного газу економія витрат складе:

$$E = 25\ 444 \cdot 4,00 = 101\ 776 \text{ грн.}$$

Витрати на реалізацію можливості

Вартість ізоляції воріт: $B_1 = 10\ 000$ грн.

Вартість газоаналізатора типу «НАЗВА ПРИЛАДУ»: $B_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ грн.

Загальні витрати:

$$B = B_1 + B_2 = \underline{\hspace{2cm}} + \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ грн.}$$

Оцінка простої окупності

Витрати на реалізацію можливості: $B = \underline{\hspace{2cm}}$ грн.

Річна економія витрат на газ: $E = \underline{\hspace{2cm}}$ грн.

Простий термін окупності складе:

$$TO = B / E = \underline{\hspace{2cm}} / \underline{\hspace{2cm}} = \text{років.}$$

МЕЗ № 9. ТЕРМОІЗОЛЯЦІЯ БАКА-АКУМУЛЯТОРА ГАРЯЧОЇ ВОДИ

Опис можливості

У котельні підприємства встановлений бак-акумулятор гарячої води об'ємом $V = 23$ м³, який виконує функцію деаератора парового котла та служить також для збирання конденсату. Сумарна площа зовнішньої поверхні бака $F = 65$ м². На даний час бак неізольований. Середня температура на зовнішній поверхні бака-акумулятора складає $t_{нов} = 70$ °С. Мають місце втрати тепла в навколишнє середовище через неізольовані стінки бака.

Пропонується здійснити ізоляцію бака шляхом напилення пінополіуретану з подальшим забарвленням алюмінієвою фарбою, що

знизить втрати тепла в навколишнє середовище на 90–95 %.

(Описати технологію напилення пінополіуретаном, використовуване обладнання, привести 1-2 рисунки)

Розрахунок річної економії енергії

Втрати тепла в навколишнє середовище визначаємо за формулою:

$$Q_{втр} = L_b \cdot F \cdot (t_{нов} - t_{нс}) \cdot \tau \cdot 10^{-6}, \text{ Гкал},$$

де $t_{нов}$ – температура на зовнішній поверхні бака, $t_{нов} = 70 \text{ }^\circ\text{C}$;

$t_{нс}$ – середньорічна температура навколишнього повітря в приміщенні, приймаємо $t_{нс} = 18 \text{ }^\circ\text{C}$;

F – площа поверхні теплообміну, $F = 65 \text{ м}^2$;

L_b – коефіцієнт тепловіддачі, визначаємо за формулою

$$L_b = 8,4 + 0,06(t_{нов} - t_{нс}) = 8,4 + 0,06 \cdot (70 - 18) = 11,52 \frac{\text{ккал}}{\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{ }^\circ\text{C}};$$

τ – тривалість роботи бака-акумулятор в році,

$$\tau = 24 \cdot n_{он} + 3 \cdot n_{неон} = 24 \cdot 114 + 3 \cdot 136 = 3144 \text{ год.},$$

де $n_{он}$ – кількість робочих днів в опалювальний період, $n_{он} = 114$;

$n_{неон}$ – кількість робочих днів в неопалювальний період, $n_{неон} = 136$.

Отже, втрати тепла в навколишнє середовище складають:

$$Q_{втр} = 11,52 \cdot 65 \cdot (70 - 18) \cdot 3144 \cdot 10^{-6} = 122,4 \text{ Гкал}.$$

Питома витрата газу по котельній: $b = 162 \text{ м}^3/\text{Гкал}$.

Економія газу в результаті впровадження заходу складе:

$$E_z = Q_{втр} \cdot b = 122,4 \cdot 162 = 19\,829 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

Розрахунок річної економії витрат

За ціни 4,00 грн. за 1 м^3 природного газу економія витрат складе:

$$E = 19\,829 \cdot 4,00 = 79\,316 \text{ грн}.$$

Витрати на реалізацію можливості

Вартість ізоляції 1 м^2 поверхні методом напилення пінополіуретану складає 200 грн. Таким чином, загальні витрати:

$$B = 65 \cdot 200 = 13\,000 \text{ грн}.$$

Оцінка простої окупності

Витрати на реалізацію можливості: $B = 13\,000 \text{ грн}$.

Річна економія витрат на газ: $E = 79\,316$ грн.

Простий термін окупності складе:

$$TO = B / E = 13\,000 / 79\,316 = 0,16 \text{ року.}$$

МЕЗ № 10. МОНІТОРИНГ РОБОТИ КОТЕЛЬНОГО УСТАТКУВАННЯ ТА ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ ТЕПЛОВИКОРИСТОВУЮЧОГО ОБЛАДНАННЯ

Опис можливості

Підприємство має розгалужену пароконденсатну систему гарячого водопостачання і систему опалювання, при цьому практично відсутні штатні манометри і термометри для контролю режиму роботи обладнання. Неможливо провести аналіз ефективності роботи тепловикористовуючих установок. Розрахувати питомі витрати енергії, своєчасно виявляти несправності обладнання.

Пропонується впровадити на підприємстві переносний термометр інфрачервоного випромінювання (пірометр) типу «НАЗВА ПРИБАДУ», що дозволить проводити моніторинг тепловикористовуючого обладнання, регулярно контролювати (1–2 рази на тиждень) ефективність його роботи й вживати своєчасно заходи для зниження втрат теплової енергії.

Враховуючи стан тепловикористовуючого устаткування й рівень його експлуатації, очікуване заощадження тепла складає 2,0 %.

(Привести рисунок та технічні характеристики пропонованого пірометра)

Розрахунок річної економії енергії (тепла)

При річному споживанні тепла 2 410 Гкал очікувана економія тепла складає:

$$2\,410 \cdot 0,02 = 48,2 \text{ Гкал.}$$

Це відповідає споживанню природного газу (1 Гкал = 0,124 тис. м³ природного газу) в об'ємі:

$$48,2 \cdot 124 = 5\,977 \text{ м}^3.$$

Розрахунок річної економії витрат

За ціни 4,00 грн. за 1 м³ природного газу економія витрат складе:

$$E = 5\,977 \cdot 4,00 = 23\,908 \text{ грн.}$$

Витрати на реалізацію можливості

Вартість переносного термометра інфрачервоного випромінювання типу «НАЗВА ПРИЛАДУ»: $B = \underline{\hspace{2cm}}$ грн.

Оцінка простої окупності

Витрати на реалізацію можливості: $B = \underline{\hspace{2cm}}$ грн.

Річна економія витрат на газ: $E = \underline{\hspace{2cm}}$ грн.

Простий термін окупності складе:

$$TO = B / E = \underline{\hspace{2cm}} / \underline{\hspace{2cm}} = \text{років.}$$

МЕЗ № 11. МОНІТОРИНГ Й ОПТИМІЗАЦІЯ ПОТУЖНОСТІ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК

Опис можливості

На технологічні потреби основного виробництва за даними 2012 року витрачається близько 66 % електроенергії, що споживається підприємством. Це становить

$$3\,000\,000 \cdot 0,66 = 1\,980\,000 \text{ кВтгод.}$$

Одним з основних споживачів електроенергії є електричні приводи технологічного, помпового й вентиляційного устаткування.

В процесі експлуатації підприємства у разі виходу з ладу електродвигунів проводиться їх заміна без урахування номінально необхідної потужності. Як показали вимірювання електричної потужності електроустаткування, за існуючого завантаження виробничих потужностей має місце його недовантаження, потужність електродвигунів використовується на 30-40 %. Навіть на однотипному устаткуванні використовуються двигуни з різною номінальною потужністю, яка часто перевищує необхідне її значення. Для компенсації реактивної потужності використовують батареї конденсаторів. Все вищезгадане обладнання вимагає контролю і управління режимами навантаження.

Пропонується впровадити на підприємстві оперативний контроль реально споживаної потужності електрообладнанням (в першу чергу електроприводами) за допомогою комплекту переносних приладів і

вимірювання коефіцієнта потужності «НАЗВИ ПРИЛАДІВ» (наприклад, комплект: "2000 A Watt Probe", " TIF 2300 Power Factor Meter"). Запропонований захід дозволить провести моніторинг реального завантаження електрообладнання, проаналізувати його ефективність й ефективніше організувати планову заміну. Реалізація цього проекту дозволить економити 1–2 % електроенергії для технологічних потреб.

(Привести рисунки та технічні характеристики комплекту переносних приладів, які по функціональному призначенню аналогічні до наведених)

Розрахунок річної економії енергії

За очікуваного рівня зниження споживання електроенергії 1,5 % при впровадженні даного заходу економія електроенергії на технологічні потреби складе:

$$1\,980\,000 \cdot 0,015 = 29\,700 \text{ кВтгод.}$$

Розрахунок річної економії витрат

За ціни 0,60 грн. за 1 кВтгод. електроенергії економія складе:

$$E = 29\,700 \cdot 0,60 = 17\,820 \text{ грн.}$$

Витрати на реалізацію можливості

Вартість одного комплекту переносного обладнання з урахуванням накладних та транспортних витрат: $B = \underline{\hspace{2cm}}$ грн.

Оцінка простої окупності

Витрати на реалізацію можливості: $B = \underline{\hspace{2cm}}$ грн.

Річна економія витрат на електроенергію: $E = \underline{\hspace{2cm}}$ грн.

Простий термін окупності складе:

$$TO = B / E = \underline{\hspace{2cm}} / \underline{\hspace{2cm}} = \text{років.}$$

ВПЛИВ РЕКОМЕНДАЦІЙ НА СТАН НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Найефективнішим способом зниження шкідливих викидів в атмосферу є зменшення використання палива та електроенергії, тому впровадження запропонованих рекомендацій з енергозбереження є актуальним і з екологічного погляду.

Враховуючи, що підприємство забезпечує потреби в тепловій енергії від власної котельні, її економія виражена через економію природного газу. Розрахунок загальної річної економії електроенергії та природного газу зведено в табл. Е.1.

Таблиця Е.1

Річна економія енергоресурсів по підприємству

Енергозберігаючий захід	Річна економія електроенергії, кВтгод.	Річна економія природного газу, м ³
МЕЗ № 1	150 000	30 000
МЕЗ № 2	–	75 000
МЕЗ № 3	–	17 856
МЕЗ № 4	12 750	48 146
МЕЗ № 5	–	95 728
МЕЗ № 6	150 000	30 000
МЕЗ № 7	78 328	–
МЕЗ № 8	–	25 444
МЕЗ № 9	–	19 829
МЕЗ № 10	–	5 977
МЕЗ № 11	29 700	–
Разом	420 778	347 980

За даними Міністерства енергетики та вугільної промисловості України середні викиди під час вироблення 1 тис. кВт·год. електроенергії становлять:

- твердих часток – 4,4 кг;
- оксиду вуглецю CO – 0,5 кг;
- оксиду азоту NO – 2,2 кг;
- оксиду сірки SO₂ – 9,9 кг.

Під час спалювання 1 тис. м³ природного газу середні викиди в

атмосферу становлять:

- оксиду вуглецю CO – 0,116 кг;
- оксиду азоту NO – 0,234 кг.

Результати розрахунку викидів шкідливих речовин в атмосферу подано в табл. Е.2.

Таблиця Е.2

Зведені показники попереджених викидів в атмосферу шкідливих речовин в результаті впровадження запропонованих заходів

Найменування викиду	Зниження викидів від економії електроенергії, т	Зниження викидів від економії природного газу, т	Загальне зниження за рік, т
Тверді частки	1,851	–	1,851
Оксид вуглецю CO	0,210	0,040	0,251
Оксид азоту NO	0,926	0,081	1,007
Оксид сірки SO ₂	4,166	–	4,166
Всього	7,153	0,122	7,275

Таким чином, впровадження запропонованих заходів скоротить викиди шкідливих речовин у атмосферу на 7,275 т, що безумовно зробить позитивний вплив на екологічну ситуацію в місті.

Вихідні дані на курсовий проект*

	Номер варіанту	0**
Тарифи	Тариф на електроенергію, грн./кВт.год.	0,60
	Тариф на природній газ, грн./тис. м ³	4 000
	Тариф на мазут, грн./т	5 500
	Тариф на воду, грн./м ³	5,0
МЕЗ № 1	Споживання електроенергії, кВт.год.	3 000 000
	Споживання газу, тис. м ³	600
	Споживання мазуту, т	50
	Споживання води, тис. м ³	30
	Витрати на впровадження енергетичного менеджменту, %	2,0
МЕЗ № 2	Кількість котлів (газоаналізаторів), шт.	5
	Зниження питомої норми витрати палива при використанні газоаналізаторів, %	12,5
МЕЗ № 3	Річне споживання пари гальванікою цеху № 1, Гкал	260
	Річне споживання пари бойлерними в цехах № 1-3, Гкал	1 000
	Річне споживання пари мийними машинами цеху № 3, Гкал	180
	Підвищення ККД паровикористовуючого обладнання, %	10
МЕЗ № 4	Кількість споживачів, які користуються душем, чол.	30
	Кількість споживачів, які користуються кранами, чол.	12
	Розрахункова температура холодної води, °С	15
	Час роботи котла, год./день	3,0
	Потужність димовсмоктувача, кВт	20
	Потужність циркуляційної помпи, кВт	3
МЕЗ № 5	Трубопровід 1 (пара)	200 / 80 / 5 / 3
	Трубопровід 2 (пара)	300 / 50 / 4 / 2
	Трубопровід 3 (пара)	110 / 40 / 3 / 1
	Трубопровід 4 (ГВП)	80 / 25 / 5 / 3
	Трубопровід 5 (ГВП)	50 / 30 / 4 / 2
	Трубопровід 6 (ГВП)	140 / 40 / 3 / 1
	Температура пари, °С	120
	Температура води, °С	70
МЕЗ № 6	Очікувана економія від впровадження автоматизованого обліку споживання	5,0

	енергоресурсів, %	
МЕЗ № 7	Кількість світильників зовнішнього освітлення з лампами ДРЛ-400, шт.	35
	Кількість світильників зовнішнього освітлення з лампами ДРЛ-250, шт.	15
	Середньодобова тривалість роботи світильників зовнішнього освітлення, год.	10
	Кількість світильників внутрішнього освітлення з лампами ДРЛ-400, шт.	120
	Кількість світильників внутрішнього освітлення з лампами ДРЛ-250, шт.	80
	Середньодобова тривалість роботи світильників внутрішнього освітлення, год.	3
МЕЗ № 8	Частка споживання природного газу на сушіння форм від загального споживання газу підприємством, %	20
	Фактичний ККД горіння природного газу в печі, %	68
	Очікуваний ККД горіння природного газу в печі, %	97
	Розміри воріт камери сушіння Ш×В, м	4,0 × 2,8
	Тривалість роботи печі за рік, год.	500
	Середня температура в печі, °С	300
	Площа щілини між стулками воріт, м ²	0,544
МЕЗ № 9	Об'єм бака-акумулятора (БА), м ³	23
	Площа зовнішньої поверхні БА, м ²	65
	Температура на зовнішній поверхні БА, °С	70
	Кількість робочих днів в опалювальний період	114
	Кількість робочих днів в неопалювальний період	136
	Питома витрата газу, м ³ /Гкал	162
МЕЗ № 10	Споживання тепла, Гкал	2 410
	Очікуване заощадження тепла, %	2,0
МЕЗ № 11	Частка електроенергії, яка витрачається на технологічні потреби, %	66
	Очікуваний рівень зниження споживання електроенергії, %	1,5

Примітка:

* Вставити у пояснювальній записці одразу після стандартного бланку завдання на курсовий проект. В бланку самого завдання у пункті «Вихідні дані до проекту» зазначити «Згідно варіанту №__».

** Номер варіанту вихідних даних завдання на курсовий проект вибирається за двома останніми цифрами залікової книжки.

Варіанти тарифів на енергоресурси

Номер варіанта (останні дві цифри залікової книги)	Тариф на електроенергію, грн./кВт.год.	Тариф на природний газ, грн./тис. м ³	Тариф на мазут, грн./т	Тариф на воду, грн./м ³
0	0,60	4 000	5 500	5,0
01, 51	1,91	6 800	6 100	10,1
02, 52	1,92	6 900	6 200	10,2
03, 53	1,93	7 000	6 300	10,3
04, 54	1,94	7 100	6 400	10,4
05, 55	1,95	7 200	6 500	10,5
06, 56	1,96	7 300	6 600	10,6
07, 57	1,97	7 400	6 700	10,7
08, 58	1,98	7 500	6 800	10,8
09, 59	1,99	7 600	6 900	10,9
10, 60	2,00	7 700	7 000	11,0
11, 61	2,01	7 800	7 100	11,1
12, 62	2,02	7 900	7 200	11,2
13, 63	2,03	8 000	7 300	11,3
14, 64	2,04	8 100	7 400	11,4
15, 65	2,05	8 200	7 500	11,5
16, 66	2,06	8 300	7 600	11,6
17, 67	2,07	8 400	7 700	11,7
18, 68	2,08	8 500	7 800	11,8
19, 69	2,09	8 600	7 900	11,9
20, 70	2,10	8 700	8 000	12,0
21, 71	2,11	8 800	8 100	12,1
22, 72	2,12	8 900	8 200	12,2
23, 73	2,13	9 000	8 300	12,3
24, 74	2,14	9 100	8 400	12,4
25, 75	2,15	9 200	8 500	12,5
26, 76	2,16	9 300	8 600	12,6
27, 77	2,17	9 400	8 700	12,7
28, 78	2,18	9 500	8 800	12,8
29, 79	2,19	9 600	8 900	12,9
30, 80	2,20	9 700	9 000	13,0
31, 81	2,21	9 800	9 100	13,1
32, 82	2,22	9 900	9 200	13,2
33, 83	2,23	10 000	9 300	13,3
34, 84	2,24	10 100	9 400	13,4
35, 85	2,25	10 200	9 500	13,5
36, 86	2,26	10 300	9 600	13,6
37, 87	2,27	10 400	9 700	13,7
38, 88	2,28	10 500	9 800	13,8
39, 89	2,29	10 600	9 900	13,9
40, 90	2,30	10 700	10 000	14,0
41, 91	2,31	10 800	10 100	14,1
42, 92	2,32	10 900	10 200	14,2
43, 93	2,33	11 000	10 300	14,3
44, 94	2,34	11 100	10 400	14,4
45, 95	2,35	11 200	10 500	14,5
46, 96	2,36	11 300	10 600	14,6
47, 97	2,37	11 400	10 700	14,7
48, 98	2,38	11 500	10 800	14,8
49, 99	2,39	11 600	10 900	14,9
50, 00	2,40	11 700	11 000	15,0

Варіанти завдань до МЕЗ № 1

Номер варіанта	Споживання електроенергії, кВт.год.	Споживання газу, тис. м ³	Споживання мазуту, т	Споживання води, тис. м ³	Витрати на впровадження енергетичного менеджменту, %
0	3 000 000	600	50	30	2,0
01, 51	3 100 000	130	38	27	2,5
02, 52	2 800 000	310	49	22	3,0
03, 53	1 300 000	230	15	47	3,5
04, 54	2 100 000	410	26	11	4,0
05, 55	2 300 000	150	20	16	4,5
06, 56	3 800 000	290	24	41	5,0
07, 57	3 600 000	310	23	32	2,0
08, 58	4 700 000	420	45	36	2,5
09, 59	3 600 000	180	41	41	3,0
10, 60	4 700 000	420	30	28	3,5
11, 61	2 700 000	440	43	11	4,0
12, 62	4 900 000	150	23	40	4,5
13, 63	5 000 000	160	34	31	5,0
14, 64	1 800 000	420	21	28	2,0
15, 65	3 700 000	320	45	32	2,5
16, 66	4 400 000	210	22	14	3,0
17, 67	1 900 000	380	41	24	3,5
18, 68	3 300 000	200	46	49	4,0
19, 69	2 800 000	220	30	22	4,5
20, 70	3 500 000	130	16	29	5,0
21, 71	3 600 000	170	45	48	2,0
22, 72	2 200 000	120	17	35	2,5
23, 73	2 300 000	200	49	21	3,0
24, 74	4 900 000	290	45	31	3,5
25, 75	2 200 000	480	38	45	4,0
26, 76	4 700 000	420	31	17	4,5
27, 77	4 000 000	140	13	27	5,0
28, 78	4 100 000	170	44	17	2,0
29, 79	2 600 000	230	30	16	2,5
30, 80	2 500 000	100	40	32	3,0
31, 81	2 600 000	120	45	33	3,5
32, 82	2 600 000	380	34	32	4,0
33, 83	2 000 000	390	12	15	4,5
34, 84	3 600 000	150	30	40	5,0
35, 85	1 800 000	480	42	26	2,0
36, 86	3 000 000	360	16	29	2,5
37, 87	3 800 000	430	11	17	3,0
38, 88	2 700 000	490	24	48	3,5
39, 89	2 800 000	140	29	36	4,0
40, 90	3 500 000	280	35	17	4,5
41, 91	2 100 000	110	30	43	5,0
42, 92	3 300 000	480	46	29	2,0
43, 93	4 800 000	190	33	40	2,5
44, 94	3 000 000	460	35	22	3,0
45, 95	1 300 000	220	24	16	3,5
46, 96	3 700 000	410	44	38	4,0
47, 97	3 800 000	200	46	19	4,5
48, 98	4 900 000	470	22	11	5,0
49, 99	3 300 000	210	20	34	2,0
50, 00	1 200 000	320	26	45	2,5

Варіанти завдань до МЕЗ № 2

Номер варіанта	Кількість котлів (газоаналізаторів), шт.	Зниження питомої норми витрати палива при використанні газоаналізаторів, %
0	5	12,5
01, 51	2	9,3
02, 52	3	8,0
03, 53	2	9,6
04, 54	4	11,7
05, 55	2	7,8
06, 56	3	11,6
07, 57	3	8,3
08, 58	4	10,6
09, 59	2	8,7
10, 60	4	9,5
11, 61	4	9,2
12, 62	2	7,2
13, 63	2	11,0
14, 64	4	11,6
15, 65	3	11,6
16, 66	2	7,8
17, 67	4	10,3
18, 68	2	7,9
19, 69	2	8,6
20, 70	2	8,5
21, 71	2	9,1
22, 72	1	8,2
23, 73	2	7,9
24, 74	3	8,7
25, 75	4	9,6
26, 76	4	7,8
27, 77	2	10,5
28, 78	2	7,8
29, 79	2	11,4
30, 80	1	9,8
31, 81	1	9,6
32, 82	4	10,1
33, 83	4	10,3
34, 84	2	10,3
35, 85	4	10,2
36, 86	3	8,1
37, 87	4	8,7
38, 88	5	11,8
39, 89	2	11,1
40, 90	3	7,3
41, 91	1	9,9
42, 92	4	11,8
43, 93	2	10,2
44, 94	4	9,0
45, 95	2	8,7
46, 96	4	11,9
47, 97	2	10,2
48, 98	4	10,0
49, 99	2	11,2
50, 00	3	10,8

Варіанти завдань до МЕЗ № 3

Номер варіанта	Річне споживання пари гальванікою цеху № 1, Гкал	Річне споживання пари бойлерними в цехах № 1-3, Гкал	Річне споживання пари мийними машинами цеху № 3, Гкал	Підвищення ККД паровикористовуючого обладнання, %
0	260	1 000	180	10
01, 51	360	940	235	13
02, 52	350	810	155	12
03, 53	290	980	265	14
04, 54	310	870	240	11
05, 55	250	630	220	15
06, 56	230	710	200	11
07, 57	400	850	185	12
08, 58	320	790	250	13
09, 59	220	860	240	12
10, 60	290	680	285	10
11, 61	240	890	185	15
12, 62	360	610	210	12
13, 63	360	970	290	13
14, 64	270	620	280	11
15, 65	340	750	175	12
16, 66	370	810	195	15
17, 67	320	940	215	14
18, 68	390	670	240	15
19, 69	270	710	215	10
20, 70	380	800	270	14
21, 71	340	790	230	15
22, 72	230	980	195	14
23, 73	220	690	215	12
24, 74	380	720	245	13
25, 75	240	840	300	15
26, 76	270	670	150	13
27, 77	250	820	205	12
28, 78	370	700	160	10
29, 79	210	920	210	11
30, 80	270	830	185	15
31, 81	310	640	210	12
32, 82	210	980	190	11
33, 83	370	990	235	12
34, 84	340	890	175	13
35, 85	250	740	230	11
36, 86	230	680	240	13
37, 87	280	920	295	12
38, 88	250	950	205	15
39, 89	390	730	190	14
40, 90	250	760	290	13
41, 91	330	680	210	15
42, 92	270	830	225	10
43, 93	290	700	275	12
44, 94	400	690	165	15
45, 95	200	780	200	13
46, 96	300	880	150	14
47, 97	240	750	165	12
48, 98	310	960	195	15
49, 99	280	710	170	13
50, 00	200	920	255	12

Варіанти завдань до МЕЗ № 4

Номер варіанта	Кількість споживачів, які користуються душем, чол.	Кількість споживачів, які користуються кранами, чол.	Розрахунков а температура холодної води, °С	Час роботи котла, год./день	Потужність димовсмок- тувача, кВт	Потужність циркуляційної помпи, кВт
0	30	12	15	3,0	20	3
01, 51	36	11	13	2,5	16	5
02, 52	51	23	14	2,0	15	3
03, 53	42	22	12	1,5	12	2
04, 54	47	17	11	3,0	16	5
05, 55	51	27	14	1,5	18	4
06, 56	54	15	12	2,5	12	3
07, 57	40	26	10	3,0	14	2
08, 58	31	18	14	2,0	15	4
09, 59	46	13	11	2,5	12	2
10, 60	32	28	10	1,5	11	4
11, 61	32	20	11	3,5	14	5
12, 62	44	21	12	2,5	15	4
13, 63	35	17	14	2,5	18	3
14, 64	50	25	13	2,0	13	5
15, 65	43	23	10	1,5	17	4
16, 66	36	21	14	2,5	16	2
17, 67	31	18	11	1,5	17	3
18, 68	39	25	12	2,5	15	2
19, 69	48	10	13	2,5	11	6
20, 70	55	14	12	2,0	14	4
21, 71	37	27	14	3,0	12	3
22, 72	43	19	13	2,5	13	6
23, 73	57	13	13	2,0	15	4
24, 74	38	11	12	3,0	19	3
25, 75	48	25	13	3,5	16	5
26, 76	34	15	11	2,5	18	6
27, 77	55	18	14	2,5	13	4
28, 78	48	16	10	3,0	17	3
29, 79	37	22	14	3,5	18	4
30, 80	43	28	12	2,0	13	6
31, 81	56	29	14	2,5	19	3
32, 82	53	29	12	2,0	12	1
33, 83	48	11	13	2,5	15	5
34, 84	50	20	14	3,0	18	4
35, 85	54	16	11	2,0	15	3
36, 86	36	27	12	3,5	17	3
37, 87	55	18	14	3,0	15	4
38, 88	41	27	11	3,5	16	3
39, 89	54	20	14	3,0	19	5
40, 90	35	16	12	1,5	14	1
41, 91	57	14	10	3,0	11	2
42, 92	42	15	14	3,5	15	3
43, 93	49	22	12	1,5	12	6
44, 94	38	11	11	2,0	13	2
45, 95	52	29	14	1,5	18	5
46, 96	38	13	10	2,5	13	4
47, 97	52	10	14	2,0	16	5
48, 98	34	14	12	2,5	17	2
49, 99	49	11	11	3,0	15	4
50, 00	44	19	12	3,5	14	3

Варіанти завдань до МЕЗ № 5

Номер варіанта	Трубо-провід 1 (пара)	Трубо-провід 2 (пара)	Трубо-провід 3 (пара)	Трубо-провід 4 (ГВП)	Трубо-провід 5 (ГВП)	Трубо-провід 6 (ГВП)	Температура пари, °С	Температура води, °С
0	200/80/5/3	300/50/4/2	110/40/3/1	80/25/5/3	50/30/4/2	140/40/3/1	120	70
01, 51	160/130/3/2	70/130/4/3	100/30/4/3	290/30/3/2	170/70/3/3	80/60/5/3	115	65
02, 52	100/80/5/3	190/100/5/2	130/30/3/2	140/100/5/3	90/110/4/3	90/130/5/1	110	60
03, 53	280/20/3/1	270/40/4/4	170/40/4/4	220/70/5/4	150/140/5/1	180/90/6/3	110	70
04, 54	90/30/5/4	290/110/4/2	110/100/5/2	180/80/5/2	240/90/5/2	290/80/4/3	125	60
05, 55	100/90/5/1	280/80/5/3	260/60/4/1	90/30/5/2	170/60/5/3	300/50/4/1	110	65
06, 56	110/30/6/4	60/110/4/4	220/120/5/2	130/50/5/1	150/90/6/2	180/130/4/3	125	65
07, 57	110/20/6/2	70/60/5/3	70/70/4/3	80/60/4/3	230/120/4/3	190/30/4/3	125	65
08, 58	60/120/4/1	240/40/5/4	160/120/4/4	190/130/4/2	190/80/3/3	130/110/5/3	130	60
09, 59	70/110/3/4	280/110/3/2	210/20/5/2	150/50/4/2	90/40/4/1	130/20/4/2	115	65
10, 60	190/50/4/1	100/120/6/1	220/60/4/2	80/110/4/2	140/50/5/3	240/60/5/3	120	80
11, 61	230/30/5/4	240/110/4/1	160/110/5/2	120/140/5/2	270/80/5/3	180/130/5/1	125	75
12, 62	90/20/4/1	250/70/4/1	210/110/4/3	280/70/6/4	260/120/4/2	70/80/5/3	115	75
13, 63	100/150/6/2	100/110/3/1	250/100/6/2	110/100/5/2	210/120/3/3	240/70/5/2	115	80
14, 64	120/80/4/4	280/40/3/3	270/140/4/3	50/30/4/4	110/140/3/3	120/50/4/3	120	70
15, 65	200/40/3/3	210/140/5/2	150/120/5/2	70/50/5/2	190/20/6/4	50/70/5/2	120	70
16, 66	200/40/6/2	150/40/5/1	160/30/4/1	160/140/4/2	120/40/5/4	150/90/3/2	125	80
17, 67	230/30/5/4	90/40/4/2	110/50/6/4	160/60/3/1	130/100/3/3	250/70/3/2	115	70
18, 68	220/130/4/1	200/110/4/2	50/60/6/1	260/60/3/1	260/120/3/2	200/110/5/2	125	65
19, 69	80/20/5/3	100/40/6/2	210/120/5/3	130/40/3/3	110/100/4/1	200/60/5/4	115	65
20, 70	270/110/4/3	200/80/5/3	70/60/3/3	300/110/6/2	130/70/4/1	290/60/6/4	115	65
21, 71	260/70/6/4	60/50/5/2	140/90/6/1	160/60/5/2	140/20/6/2	70/50/4/4	115	60
22, 72	270/90/3/2	270/130/4/4	280/30/4/2	100/110/3/1	170/110/4/2	100/70/5/3	110	75
23, 73	130/30/5/3	160/60/5/2	230/50/3/2	210/130/4/1	130/100/3/4	150/120/4/2	115	65
24, 74	270/100/4/2	190/90/5/3	110/130/3/3	130/80/4/1	280/110/4/2	100/50/4/2	125	70
25, 75	230/90/4/3	290/120/5/3	60/90/3/3	120/120/5/4	150/150/4/2	110/140/5/2	115	70
26, 76	180/30/5/3	160/150/5/4	290/80/5/1	170/50/3/1	290/130/5/4	260/90/3/2	130	70
27, 77	80/110/4/2	270/40/4/3	150/130/6/1	90/70/6/2	150/120/3/2	60/70/6/4	110	75
28, 78	150/30/5/4	250/80/4/4	180/120/3/2	200/130/5/3	160/60/5/4	80/50/3/3	120	70
29, 79	70/70/6/2	50/90/4/2	190/130/3/1	210/150/5/3	220/40/3/3	230/70/4/3	120	60
30, 80	280/90/5/2	160/80/6/1	220/100/5/2	300/100/5/3	130/130/4/2	190/110/4/2	125	65
31, 81	190/60/6/3	280/60/5/4	270/70/4/3	210/140/4/4	60/90/5/2	70/50/4/1	115	70
32, 82	170/40/5/2	220/140/5/4	240/40/4/2	250/90/4/2	290/100/5/3	60/20/6/2	125	80
33, 83	270/40/5/3	60/70/4/2	260/30/5/1	270/90/5/2	180/70/4/3	150/150/3/4	125	75
34, 84	70/110/5/2	280/80/5/3	110/80/4/4	220/30/6/3	160/30/4/1	280/70/3/4	115	65
35, 85	110/90/5/3	170/80/5/1	180/60/6/1	50/100/5/3	250/130/6/2	300/110/4/2	125	80
36, 86	140/140/5/1	290/50/4/2	290/100/4/1	50/80/6/3	200/40/3/1	300/30/5/4	115	65
37, 87	160/80/5/1	120/70/6/3	250/30/5/1	90/60/6/3	160/110/3/2	80/130/4/2	115	75
38, 88	170/130/4/2	180/50/6/2	180/100/3/1	110/120/4/4	170/100/3/3	240/40/5/2	115	60
39, 89	100/110/4/2	290/30/6/3	280/30/3/2	190/90/5/2	80/50/6/3	200/50/3/2	115	70
40, 90	270/100/5/2	110/120/6/3	230/100/4/4	70/120/4/1	70/70/4/3	280/100/5/3	115	75
41, 91	200/50/5/2	140/130/4/1	60/20/5/1	280/40/5/3	170/30/5/2	120/40/5/3	125	75
42, 92	250/110/4/3	290/70/5/2	80/130/4/4	150/120/5/2	270/100/5/2	80/90/4/3	120	70
43, 93	110/140/4/1	290/50/5/1	280/70/6/4	270/90/4/3	50/150/4/2	290/130/5/3	115	70
44, 94	240/120/4/3	300/100/3/4	100/80/5/3	270/30/5/1	250/20/5/3	200/100/3/2	125	75
45, 95	120/90/6/3	260/130/5/1	150/50/3/1	60/30/5/1	240/40/6/3	60/140/3/3	120	65
46, 96	150/150/5/1	120/20/3/4	300/70/3/3	60/20/5/4	90/120/4/3	190/110/4/2	125	60
47, 97	160/30/4/3	90/70/6/3	70/40/4/2	200/110/3/1	190/70/5/2	60/150/5/3	115	65
48, 98	70/90/5/4	140/100/3/4	60/30/3/2	200/90/6/2	290/100/4/3	70/30/5/2	130	65
49, 99	120/100/3/3	200/80/4/3	70/110/3/3	270/50/6/1	180/130/4/3	250/140/3/3	120	60
50, 00	110/140/4/3	100/110/4/3	150/90/5/2	210/140/3/1	170/80/5/2	180/140/6/2	120	75

Примітка: Параметри трубопровідної мережі подано у форматі: $L/D/m/n$.

Варіанти завдань до МЕЗ № 6

Номер варіанта	Очікувана економія від впровадження автоматизованого обліку споживання енергоресурсів, %
0	5,0
01, 51	3,0
02, 52	3,5
03, 53	2,5
04, 54	1,0
05, 55	4,0
06, 56	2,5
07, 57	3,5
08, 58	1,5
09, 59	3,5
10, 60	4,0
11, 61	1,5
12, 62	1,0
13, 63	4,0
14, 64	2,0
15, 65	1,0
16, 66	4,0
17, 67	2,5
18, 68	4,5
19, 69	4,0
20, 70	1,5
21, 71	2,0
22, 72	1,0
23, 73	4,0
24, 74	3,5
25, 75	1,5
26, 76	4,5
27, 77	3,5
28, 78	2,5
29, 79	2,0
30, 80	1,5
31, 81	3,5
32, 82	1,0
33, 83	4,0
34, 84	4,5
35, 85	3,5
36, 86	1,5
37, 87	1,5
38, 88	4,5
39, 89	3,0
40, 90	3,5
41, 91	3,0
42, 92	2,5
43, 93	2,0
44, 94	4,0
45, 95	3,5
46, 96	4,0
47, 97	1,5
48, 98	3,0
49, 99	3,0
50, 00	1,5

Варіанти завдань до МЕЗ № 7

Номер варіанта	Кількість світильників зовнішнього освітлення з лампами ДРЛ-400, шт.	Кількість світильників зовнішнього освітлення з лампами ДРЛ-250, шт.	Середньодобова тривалість роботи світильників зовнішнього освітлення, год.	Кількість світильників внутрішнього освітлення з лампами ДРЛ-400, шт.	Кількість світильників внутрішнього освітлення з лампами ДРЛ-250, шт.	Середньодобова тривалість роботи світильників внутрішнього освітлення, год.
0	35	15	10	120	80	3
01, 51	49	18	12	110	73	5
02, 52	32	13	9	148	89	7
03, 53	27	19	11	137	87	4
04, 54	33	16	8	149	85	5
05, 55	21	18	11	137	91	4
06, 56	32	15	9	117	72	3
07, 57	37	14	11	146	71	6
08, 58	24	21	11	137	58	5
09, 59	42	15	11	143	65	4
10, 60	47	17	10	148	63	5
11, 61	24	13	10	144	87	6
12, 62	42	17	9	115	51	4
13, 63	30	26	10	117	99	3
14, 64	35	22	8	115	72	5
15, 65	26	12	11	147	61	7
16, 66	28	13	9	102	53	5
17, 67	44	14	11	145	72	6
18, 68	47	23	11	150	54	4
19, 69	32	18	10	105	86	4
20, 70	23	16	9	117	83	6
21, 71	38	30	10	143	67	5
22, 72	23	20	8	108	88	6
23, 73	29	17	12	122	96	4
24, 74	38	13	10	113	77	5
25, 75	38	19	9	119	80	5
26, 76	27	20	9	118	88	5
27, 77	36	18	11	121	78	4
28, 78	41	15	11	132	60	6
29, 79	21	17	9	115	65	3
30, 80	48	23	12	112	68	6
31, 81	34	29	10	136	80	3
32, 82	22	28	10	122	61	4
33, 83	30	21	12	101	60	6
34, 84	43	30	11	113	58	7
35, 85	37	18	9	124	70	6
36, 86	37	21	11	146	81	5
37, 87	49	19	12	140	65	6
38, 88	29	14	10	105	51	7
39, 89	49	15	10	134	85	3
40, 90	38	26	11	142	81	7
41, 91	42	12	10	129	88	5
42, 92	41	25	12	114	54	5
43, 93	39	12	10	115	85	6
44, 94	31	15	8	120	83	5
45, 95	30	22	10	145	54	6
46, 96	29	28	9	150	80	6
47, 97	44	22	12	143	64	4
48, 98	41	20	12	117	66	4
49, 99	23	28	9	127	92	5
50, 00	40	11	10	149	84	5

Варіанти завдань до МЕЗ № 8

Номер варіанта	Частка споживання природного газу на сушіння форм від загального споживання газу підприємством, %	Фактичний ККД горіння природного газу в печі, %	Очікуваний ККД горіння природного газу в печі, %	Розміри воріт камери сушіння Ш×В, м	Тривалість роботи печі за рік, год.	Середня температура в печі, °С	Площа щілини між стулками воріт, м ²
0	20	68	97	4,0 × 2,8	500	300	0,544
01, 51	30	63	95	4,7 × 2,6	710	370	0,617
02, 52	33	66	93	4,6 × 3,3	670	340	0,966
03, 53	32	69	90	4,2 × 3,4	840	430	0,873
04, 54	22	61	94	4,7 × 2,7	770	450	0,705
05, 55	26	64	92	4,4 × 3,5	570	330	0,810
06, 56	27	65	95	3,9 × 2,3	600	320	0,828
07, 57	34	66	91	3,9 × 2,7	700	390	0,767
08, 58	20	62	90	3,6 × 2,9	730	450	0,743
09, 59	17	67	91	4,6 × 2,4	670	490	0,540
10, 60	35	61	92	4,9 × 3,0	830	350	0,742
11, 61	24	69	95	4,1 × 2,1	990	470	0,715
12, 62	22	66	90	4,6 × 2,8	940	310	0,769
13, 63	33	63	92	3,7 × 2,2	830	470	0,965
14, 64	28	67	93	3,7 × 2,2	830	470	0,692
15, 65	17	70	95	3,8 × 2,1	600	380	0,970
16, 66	30	62	92	4,5 × 2,7	820	370	0,919
17, 67	29	60	91	4,3 × 2,1	620	440	0,957
18, 68	20	68	94	4,4 × 3,0	950	320	0,572
19, 69	25	65	93	3,8 × 2,4	630	310	0,657
20, 70	17	66	95	4,6 × 3,4	980	470	0,805
21, 71	28	67	96	4,5 × 3,0	590	440	0,917
22, 72	19	65	92	4,7 × 2,6	640	440	0,761
23, 73	23	68	95	4,7 × 2,4	910	450	0,647
24, 74	21	60	94	4,2 × 3,4	690	360	0,802
25, 75	28	69	93	4,0 × 3,2	620	490	0,677
26, 76	21	64	91	4,6 × 3,0	580	310	0,813
27, 77	22	68	95	4,8 × 2,8	740	390	0,924
28, 78	25	70	93	3,6 × 2,3	600	460	0,751
29, 79	33	68	90	4,0 × 2,3	930	320	0,746
30, 80	29	65	92	3,9 × 2,9	590	460	0,594
31, 81	17	69	93	3,5 × 2,1	550	370	0,810
32, 82	25	67	92	4,2 × 2,2	940	390	0,807
33, 83	28	70	93	4,6 × 3,0	800	410	0,618
34, 84	31	64	96	3,8 × 3,2	880	480	0,684
35, 85	21	68	93	4,8 × 3,2	650	330	0,750
36, 86	19	67	94	4,9 × 2,0	780	440	0,926
37, 87	32	65	93	4,8 × 2,1	810	440	0,831
38, 88	22	64	96	3,8 × 3,2	710	370	0,829
39, 89	20	63	93	4,7 × 2,8	510	400	0,663
40, 90	27	60	94	3,9 × 2,0	590	370	0,922
41, 91	17	61	92	4,8 × 2,4	730	460	0,665
42, 92	33	68	96	4,5 × 2,6	780	370	0,638
43, 93	30	64	90	4,0 × 2,1	880	370	0,926
44, 94	22	66	95	4,9 × 2,3	530	440	0,627
45, 95	23	63	92	4,0 × 2,4	760	380	0,523
46, 96	28	68	91	3,7 × 2,5	510	300	0,596
47, 97	25	64	94	4,9 × 2,0	940	320	0,774
48, 98	24	70	92	4,8 × 3,2	960	370	0,991
49, 99	20	61	94	3,8 × 2,4	770	430	0,518
50, 00	16	63	93	4,7 × 3,1	540	390	0,967

Варіанти завдань до МЕЗ № 9

Номер варіант а	Об'єм бака- акумулятора (БА), м ³	Площа зовнішньої поверхні БА, м ²	Температура на зовнішній поверхні БА, °С	Кількість робочих днів в опалювальний період	Кількість робочих днів в неопалювальн ий період	Питома витрата газу, м ³ /Гкал
0	23	65	70	114	136	162
01, 51	18	55	60	119	131	184
02, 52	10	37	75	117	133	177
03, 53	10	37	70	116	134	187
04, 54	24	66	65	117	133	169
05, 55	15	49	60	117	133	185
06, 56	14	46	80	115	135	179
07, 57	26	70	70	117	133	160
08, 58	18	55	60	117	133	176
09, 59	23	65	80	118	132	181
10, 60	24	66	70	117	133	188
11, 61	11	40	80	117	133	189
12, 62	21	61	75	116	134	184
13, 63	25	68	65	119	131	179
14, 64	20	59	80	115	135	164
15, 65	24	66	75	119	131	179
16, 66	19	57	65	120	130	174
17, 67	20	59	80	115	135	173
18, 68	26	70	75	118	132	180
19, 69	21	61	70	117	133	166
20, 70	14	46	65	117	133	167
21, 71	28	74	60	120	130	187
22, 72	29	75	65	116	134	181
23, 73	15	49	70	117	133	186
24, 74	11	40	60	119	131	188
25, 75	16	51	70	120	130	160
26, 76	15	49	75	119	131	176
27, 77	15	49	80	117	133	179
28, 78	28	74	65	119	131	181
29, 79	20	59	70	120	130	184
30, 80	12	42	80	118	132	190
31, 81	19	57	75	117	133	167
32, 82	20	59	70	119	131	179
33, 83	29	75	75	117	133	164
34, 84	21	61	65	115	135	183
35, 85	23	65	75	119	131	172
36, 86	21	61	60	119	131	164
37, 87	23	65	65	120	130	176
38, 88	19	57	70	118	132	186
39, 89	26	70	75	117	133	185
40, 90	24	66	65	116	134	176
41, 91	15	49	80	118	132	172
42, 92	17	53	70	119	131	165
43, 93	16	51	65	117	133	186
44, 94	15	49	60	117	133	170
45, 95	12	42	75	119	131	172
46, 96	30	77	70	117	133	184
47, 97	23	65	75	118	132	164
48, 98	30	77	80	119	131	160
49, 99	21	61	75	115	135	163
50, 00	22	63	60	119	131	171

Варіанти завдань до МЕЗ № 10

Номер варіанта	Споживання тепла, Гкал	Очікуване заощадження тепла, %
0	2 410	2,0
01, 51	520	1,7
02, 52	1 250	2,3
03, 53	930	1,9
04, 54	1 650	1,7
05, 55	600	2,3
06, 56	1 170	1,9
07, 57	1 250	1,9
08, 58	1 690	1,8
09, 59	720	2,2
10, 60	1 690	1,5
11, 61	1 770	2,2
12, 62	600	2,2
13, 63	640	1,6
14, 64	1 690	2,2
15, 65	1 290	1,7
16, 66	840	2,3
17, 67	1 530	1,7
18, 68	800	2,2
19, 69	890	2,4
20, 70	520	1,7
21, 71	680	1,9
22, 72	480	2,1
23, 73	800	1,9
24, 74	1 170	2,2
25, 75	1 930	2,2
26, 76	1 690	1,6
27, 77	560	1,7
28, 78	680	1,7
29, 79	930	2,4
30, 80	400	1,6
31, 81	480	2,1
32, 82	1 530	2,3
33, 83	1 570	1,9
34, 84	600	2,3
35, 85	1 930	1,7
36, 86	1 450	2,3
37, 87	1 730	2,4
38, 88	1 970	1,9
39, 89	560	2,1
40, 90	1 130	1,7
41, 91	440	2,2
42, 92	1 930	1,5
43, 93	760	2,4
44, 94	1 850	1,9
45, 95	890	2,4
46, 96	1 650	1,7
47, 97	800	2,2
48, 98	1 890	2,3
49, 99	840	2,2
50, 00	1 290	1,9

Варіанти завдань до МЕЗ № 11

Номер варіанта	Частка електроенергії, яка витрачається на технологічні потреби, %	Очікуваний рівень зниження споживання електроенергії, %
0	66	1,5
01, 51	63	1,2
02, 52	75	1,7
03, 53	64	1,9
04, 54	76	1,8
05, 55	72	1,4
06, 56	69	2,0
07, 57	73	1,7
08, 58	70	1,1
09, 59	69	1,3
10, 60	72	1,9
11, 61	78	1,3
12, 62	65	1,0
13, 63	77	1,6
14, 64	76	1,7
15, 65	79	1,4
16, 66	67	1,3
17, 67	61	2,0
18, 68	68	1,4
19, 69	64	2,0
20, 70	76	1,2
21, 71	67	1,3
22, 72	78	1,3
23, 73	71	2,0
24, 74	77	1,6
25, 75	61	1,6
26, 76	74	1,9
27, 77	63	1,1
28, 78	75	1,9
29, 79	64	1,1
30, 80	73	1,6
31, 81	70	1,6
32, 82	60	1,2
33, 83	78	1,2
34, 84	72	1,9
35, 85	78	1,8
36, 86	69	1,1
37, 87	67	1,0
38, 88	70	1,9
39, 89	66	1,8
40, 90	75	1,1
41, 91	67	1,1
42, 92	79	1,7
43, 93	73	1,6
44, 94	67	1,9
45, 95	73	2,0
46, 96	76	1,8
47, 97	77	1,9
48, 98	80	1,7
49, 99	78	1,1
50, 00	67	1,7

Зразок оформлення графічної частини проекту (два листи формату А1)

000101-9E YZ UX

Котел ДКВр 10-23

Виробничість, т/год	10
Робочий тиск, кг/см ²	23
Температура перегрітій пари, °C	наст.в.
Поверхня нагріву парової (протоки), м ²	400,5
Поверхня нагріву води, м ²	202
Загальна поверхня нагріву котла, м ²	278,6
Висота котла, м	6,98
Паровий об'єм котла, м ³	2,56
Запас води за граничного рівня висхідного потоку, м ³ (мін)	1,07 (1,8)
Внутрішній діаметр барабана, мм	1000
Товщина стіни барабана, мм	20
Загальна висота труб, конвективного пучка, мм	616
Довжина котла з легкооборотною, мм	8333
Висота котла з легкооборотною, мм	3838
Висота до штуцера на верхньому барабані, мм	6313
Маса котла, кг	17 707
ККД котла (проектна температура нагріву) % котла	86,6 (1 049)
ККД котла (проектна температура нагріву) % котла	87,6 (1 105)

Газоаналізатор Optima 7

Рекомендовані параметри	
Темп., °C	0...150
Вологість, %	0...100
Ефективність, %	0...100
Надлишок тиску, Па	1...9,99
Безпечнісні параметри	
Температура роботи, °C	-15...+43
Температура зберігання, °C	-20...+50
Живлення	Акумулятор NiMH - на 4 год. роботи, Li-Ion - на 15 год. роботи
Мережеві аналізи	Мережевий шлюз 100...1000, 10 Гб/с
Клас захисту	IP 20
Маса, г	800
Габарити, мм	110x212x52
Ціна, грн	15 985

КП.ЕА.34-10.01.000

000201-9E YZ UX

Теплоізоляційні матеріали

Скловата

Коефіцієнт теплопровідності
 $\lambda=0,052 \text{ Вт/(м}\cdot\text{C)}$
Щільність
 $\rho=80 \text{ кг/м}^3$

Базальтова вата

Коефіцієнт теплопровідності
 $\lambda=0,038 \text{ Вт/(м}\cdot\text{C)}$
Щільність
 $\rho=75 \text{ кг/м}^3$

Пінопіуретан

Коефіцієнт теплопровідності
 $\lambda=0,034 \text{ Вт/(м}\cdot\text{C)}$
Щільність
 $\rho=35 \text{ кг/м}^3$

Пінопласт

Коефіцієнт теплопровідності
 $\lambda=0,044 \text{ Вт/(м}\cdot\text{C)}$
Щільність
 $\rho=25 \text{ кг/м}^3$

КП.ЕА.34-10.03.000

000201-10-9E YZ UX

Конденатодівідний вузол Armstrong J&K

Матеріал корпусу	Чавун, ASTM-A 48 Клас 30
Тип усвідання	Різьбове, фланцеве
Максимальний допустимий тиск, бар	12
Максимально допустима температура, °C	232
Максимальна пропусна здатність, кг/год	47 000
Розмір	Ду 50...65
Вага, кг	39,5

КП.ЕА.34-10.02.000

000201-9E YZ UX

Багатотарифний лічильник активної та реактивної енергії LZQM Elgama-Elektronika

Клас точності	0,5h
Номинальна напруга, В	(3-57) 230/190...400
Номинальний (максимальний) струм, А	5 (6,25)
Діапазон температур, °C	-35...+55
Кількість тарифів	4
Габаритні розміри, мм	328x178x60
Маса, кг	1,4

Газовий лічильник RVG G160

Максимальний номінальний робочий тиск газу, МПа	1,6
Максимальна пропусна здатність, м ³ /год	250
Тиск регулювання, кг/см ²	0,23
Діаметр з'єднаної труби, мм	80
Діаметр робочих труб, мм	38...70
Габаритні розміри, мм	241x438x278
Маса, кг	27

Лічильник води Wolfex WE 80

Максимальний робочий тиск, бар	20
Ціна мінімального тиску шланг, л	2
Тиск регулювання, кг/см ²	3,0
Температура вимірюваної води, °C	+1...+30 (розширена межа +1...+130 (через вольт))
Габаритні розміри, мм	200x275x60
Маса, кг	14,1

КП.ЕА.34-10.04.000

000301-9E YZ UX

Технологія наповнення пінопіуретану

структура матеріалу

установка для наповнення

КП.ЕА.34-10.05.000

000301-9E YZ UX

Трифазний аналізатор якості електричної енергії Fluke 435

Робочий діапазон напруги, В	1...1000
Робочий діапазон струму, А	0...5500
Частота змінного струму, Гц	42,50...57,50
Робоча температура, °C	0...50
Габаритні розміри, мм	256x169x64
Вага, кг	1,1

КП.ЕА.34-10.07.000

000301-9E YZ UX

Переносний термометр інфрачервоного випромінювання DT-8869

Діапазон температур, °C	-50...1600
Похибка вимірювань, %	±1,5
Оптична роздільна здатність	50:1
Час реакції, мс	500
Розміри, мм	180x95x45
Спектральна характеристика, мкм	8...14
Вага, г	250

КП.ЕА.34-10.06.000

000301-9E YZ UX

Річна економія енергоресурсів по підприємству

Енергозберігаючий замір	Річна економія електричної енергії, кВт год	Річна економія природного газу, м ³
МЕЗ № 1	240 000	9 500
МЕЗ № 2	-	19 380
МЕЗ № 3	-	18 823,2
МЕЗ № 4	2 250	50 521,7
МЕЗ № 5	-	140 368
МЕЗ № 6	96 000	3 800
МЕЗ № 7	121 643,5	-
МЕЗ № 8	-	58 512
МЕЗ № 9	-	16 042,5
МЕЗ № 10	-	2 261,76
МЕЗ № 11	56 064	-
Всього	515 957,5	319 209,16

Зведені показники попереджених викидів в атмосферу шкідливих речовин в результаті впровадження запропонованих заходів

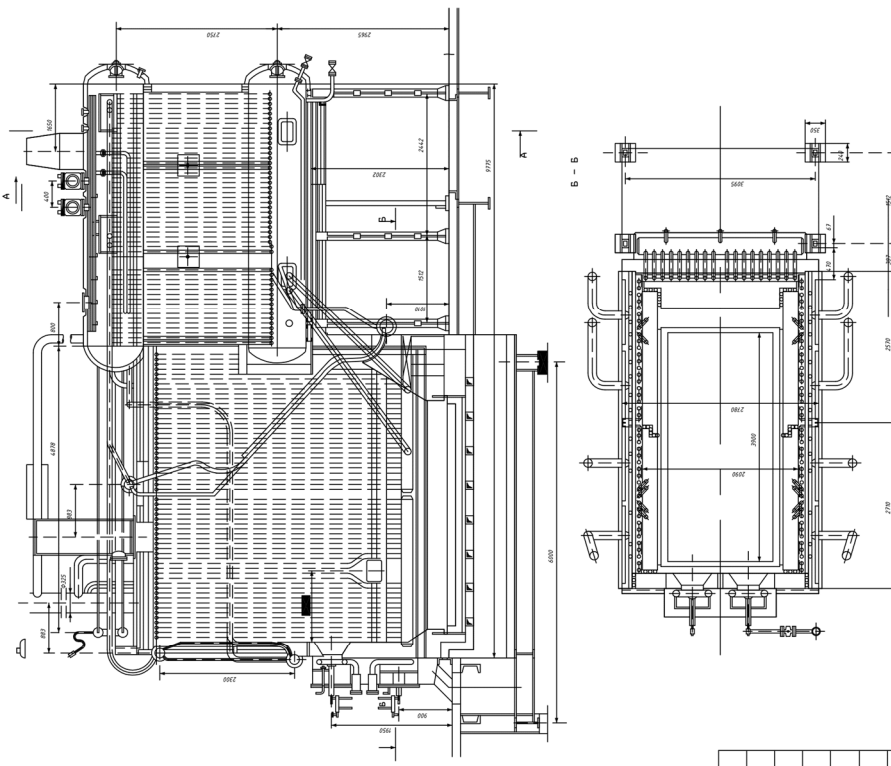
Найвищування викиду	Зниження викидів від економії електричної енергії, т	Зниження викидів від економії природного газу, т	Загальне зниження за рік, т
Тверді частки	2,27	-	2,27
Оксид вуглецю CO	0,26	0,04	0,3
Оксид азоту NO	1,1	0,07	1,17
Оксид сірки SO ₂	5,1	-	5,1
Всього	8,73	0,11	8,84

КП.ЕА.34-10.08.000


Зразок оформлення графічної частини МЕЗ № 2

Котел ДКВр 10-23

Паропроодуктивність, т/год	10
Робочий тиск, кг/см ²	23
Температура перегрітої пари, °С	насих.
Поверхня нагріву екранів (розрахункова), м ²	49,6
Поверхня нагріву пучка, м ²	202
Загальна поверхня нагріву котла, м ²	251,6
Воляний об'єм котла, м ³	9,04
Паровий об'єм котла, м ³	2,56
Запас води за граничним рівнем водовказівного приладу, м ³ (min)	1,07 (5.8)
Внутрішній діаметр барабанів, мм	1 000
Товщина стінки барабанів, мм	20
Загальна кількість труб, конвективного пучка, шт.	616
Довжина котла з легкою обмурівкою, мм	6 833
Ширина котла з легкою обмурівкою, мм	3 830
Висота до штурера на верхньому барабані, мм	6 315
Маса котла, кг	17 707
ККД котла (розрахункова витрата мазуту), %, кг/год	86,0 (1 045)
ККД котла (розрахункова витрата газу), %, м ³ /год	87,0 (1 105)



Газоаналізатор Optima 7



Розрахункові параметри	
CO ₂ , %	0 – 120
Втрати qA, %	0 – 120
Ефективність η, %	0 – 120
Надлишок повітря λ	1 – 9,99
Експлуатаційні параметри	
Температура роботи, °С	+5 ... +45
Температура зберігання, °С	-30 ... +50
Живлення	Акумулятори NiMH – на 6 год. роботи; Li-Ion – на 15 год. роботи
Мережеве живлення	Мережевий адаптер 100 – 240В, 50 Гц
Клас захисту	IP 20
Маса, г	800
Габарити, мм	110×225×52
Ціна, грн	15 985

КП.ЕА.34-10.01.000

	МЕЗ № 2	Маса	Масштаб
	Підвищення ефективності спалювання палива в котлах	Н	1:1
		Архшв	Архшв 1
ТНТУ ім. І. Пулюя, ФПТ, вулиця ЕМ-51			
Формат А3			

Зразок оформлення графічної частини МЕЗ № 3

КП.ЕА.34-10.02.000

Конденсатовідвідний вузол Armstrong J&K



Матеріал корпусу	Чавун, ASTM-A 48 Клас 30
Тип з'єднання	Різьбове, фланцеве
Максимальний допустимий тиск, бар	12
Максимально допустима температура, °C	232
Максимальна пропускна здатність, кг/год	47 000
Розмір	Ду 50...65
Вага, кг	39,5

КП.ЕА.34-10.02.000	
МЕЗ № 3	
Установка конденсатовідвідних вузлів у системах використання пари	
Літера	Маса
Н	-
Аркшв 1	Аркшв 1
ТНТУ ім. І.Пулюя, ФЛТ, вул. ЕМ-51	
Формат А3	

Зразок оформлення графічної частини МЕЗ № 5

КП.ЕА.34-10.03.000

Теплоізоляційні матеріали

Скловата



Коефіцієнт теплопровідності $\lambda=0,052 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$
Щільність $\rho=80 \text{ кг/м}^3$

Базальтова вата



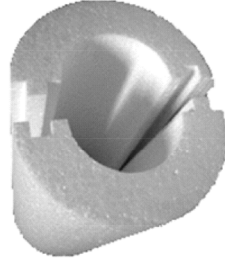
Коефіцієнт теплопровідності $\lambda=0,038 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$
Щільність $\rho=75 \text{ кг/м}^3$

Пінополіуретан



Коефіцієнт теплопровідності $\lambda=0,034 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$
Щільність $\rho=35 \text{ кг/м}^3$

Пінопласт



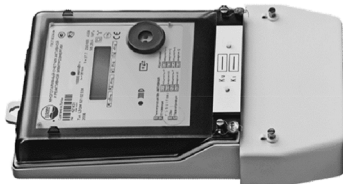
Коефіцієнт теплопровідності $\lambda=0,044 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$
Щільність $\rho=25 \text{ кг/м}^3$

КП.ЕА.34-10.03.000		КП.ЕА.34-10.03.000	
Знак	Арх.	№ документа	Підпис
Розробив	Сторубенко С.С.	Дата	
Перевірив	Хочинши В.Г.		
Консульнт			
Н. контро.			
Рецензент			
Зав. каф.	Тарасенко Н.Г.		
МЕЗ № 5		Литера	Масштаб
Термоізоляція паропроводів та трубопроводів гарячої води		Н	-
		Аркшв	Аркшв 1
		ТНТУ ім. І.Пулюя, ФЛТ, аркуша ЕМ-51	
Формат А3			

Зразок оформлення графічної частини МЕЗ № 6

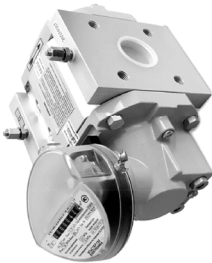
КП.ЕА.Зд.-10.04.000

Багатотарифний лічильник активної та реактивної енергії LZM Elgama-Elektropanika



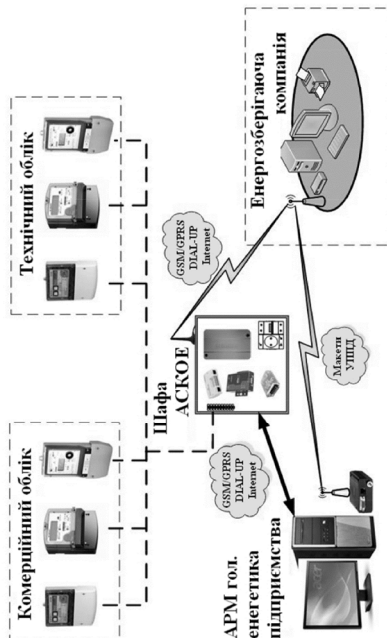
Клас точності	0,5s
Номинальна напруга, В	(3×57,7...230/100...400)
Номинальний (максимальний) струм, А	5 (6,25)
Діапазон температур, °С	-35...+55
Кількість тарифів	4
Габаритні розміри, мм	328×178×60
Маса, кг	1,4

Газовий лічильник RVG G160



Максимальний надлишковий робочий тиск газу, МПа	1,6
Максимальна пропускна здатність, м³/год	250
Поріг чутливості, м³/год	0,25
Діаметр умовного проходу, мм	80
Діапазон робочих температур, °С	-30...+70
Габаритні розміри, мм	241×436×278
Маса, кг	27

Структурна схема АСКОЕ



Лічильник води Woltex WE 80



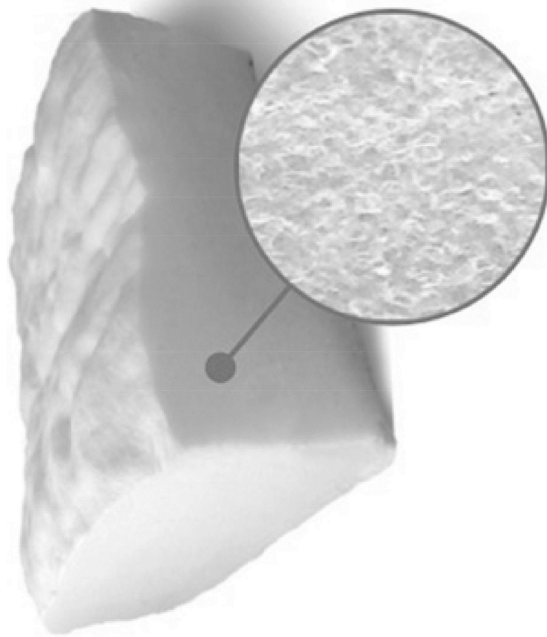
Максимальний робочий тиск, бар	20
Ціна мінімального тиску шкали, л	2
Поріг чутливості, л/год	300
Температура вимрювальної води, °С	+1...+30 (холодна вода) +1...+130 (гаряча вода)
Габаритні розміри, мм	200×277×80
Маса, кг	14,1

КП.ЕА.Зд.-10.04.000		Літера	Маса	Масштаб
МЕЗ № 6		Н	-	1:1
Автоматизація обліку витрати енергоносіїв		Аркшв	Аркшв 1	
		ТНТУ ім. І.Пулюя, ФЛТ, вулиця ЕМ-51		
		Формат АЗ		

Зразок оформлення графічної частини МЕЗ № 9

КП.ЕА.34-10.05.000

Технологія наплення пінополіуретану



структура матеріалу



установка для наплення

										КП.ЕА.34-10.05.000	
Зн.	Арх.	№ документа	Підпис	Дата							
Розробив	Сторубит	С.С.			МЕЗ № 9		Литера	Маса	Масштаб		
Перевірив	Хочинши	В.Г.			Термізоляція дака -акумулятора гарячої води		Н	-	1:1		
Консульм.							Арксш	Арксш	1		
Н. контр.											
Рецензент											
Зав. каф.	Тарасенко	М.Г.									

Формат А3

Зразок оформлення графічної частини МЕЗ № 10

КП.ЕА.34-10.06.000

Переносний термометр інфрачервоного випромінювання DT-8869



Діапазон температур, °С	-50...1600
Похибка вимірювань, %	±1,5
Оптична роздільна здатність	50:1
Час реакції, мс	500
Розміри, мм	180×95×45
Спектральна характеристика, мкм	8...14
Вага, г	250

КП.ЕА.34-10.06.000			
МЕЗ № 10	Літера	Маса	Масштаб
Моніторинг роботи котельного	Н	-	1:1
устаткування та температурного	Аркш	Аркш	1
режиму тепловикористовуючого			
обладнання			
ТНТУ ім. І.Пулюя,			
ФЛТ, вул. ЕМ-51			
Формат А3			

Зразок оформлення графічної частини МЕЗ № 11

КП.ЕА.34-10.07.000

Трифазний аналізатор якості електричної енергії Fluke 435



Робочий діапазон напруги, В	1...000
Робочий діапазон струму, А	0...5 500
Частота змінного струму, Гц	42,50...57,50
Робоча температура, °С	0...50
Габаритні розміри, мм	256×169×64
Вага, кг	1,1

КП.ЕА.34-10.07.000			
Зн.	№ документа	Підпис	Дата
Розробив	Сторубен С.С.		
Перевірив	Хочинин В.Г.		
Н. контро.			
Рецензент	Тарасенко М.Г.		
Зав. каф.			
МЕЗ № 11		Масштаб	
Моніторинг і оптимізація		Н	
потужності електроустановок		Аркшв 1	
		ТНТУ ім. І.Пулюя, ФЛП, вулиця ЕМ-51	
Формат А3			

Зразок оформлення графічної частини по охороні навколишнього середовища

000'80'01-34-10.08.000

Річна економія енергоресурсів по підприємству

Енергозберігаючий захід	Річна економія електроенергії, кВт·год	Річна економія природного газу, м ³
МЕЗ № 1	240 000	9 500
МЕЗ № 2	–	19 380
МЕЗ № 3	–	18 823,2
МЕЗ № 4	2 250	50 521,7
МЕЗ № 5	–	140 368
МЕЗ № 6	96 000	3 800
МЕЗ № 7	121 643,5	–
МЕЗ № 8	–	58 512
МЕЗ № 9	–	16 042,5
МЕЗ № 10	–	2 261,76
МЕЗ № 11	56 064	–
Всього	515 957,5	319 209,16

Зведені показники попереджених викидів в атмосферу шкідливих речовин в результаті впровадження запропонованих заходів

Найменування виду	Зниження викидів від електроенергії, т	Зниження викидів економії природного газу, т	Загальне зниження за рік, т
Тверді частки	2,27	–	2,27
Оксид вуглецю CO	0,26	0,04	0,3
Оксид азоту NO	1,1	0,07	1,17
Оксид сірки SO ₂	5,1	–	5,1
Всього	8,73	0,11	8,84

Зн.	Док.	№ документа	Підпис	Дата	Літера	Маса	Масштаб
Розробив	Сторубит	С.С.			Н	–	1:1
Перевірив	Хочинши	В.Г.			Архшв	Архшв 1	
Консулює							
Н. контр.							
Рецензує							
Зав. каф.	Тарасенко	М.Г.					

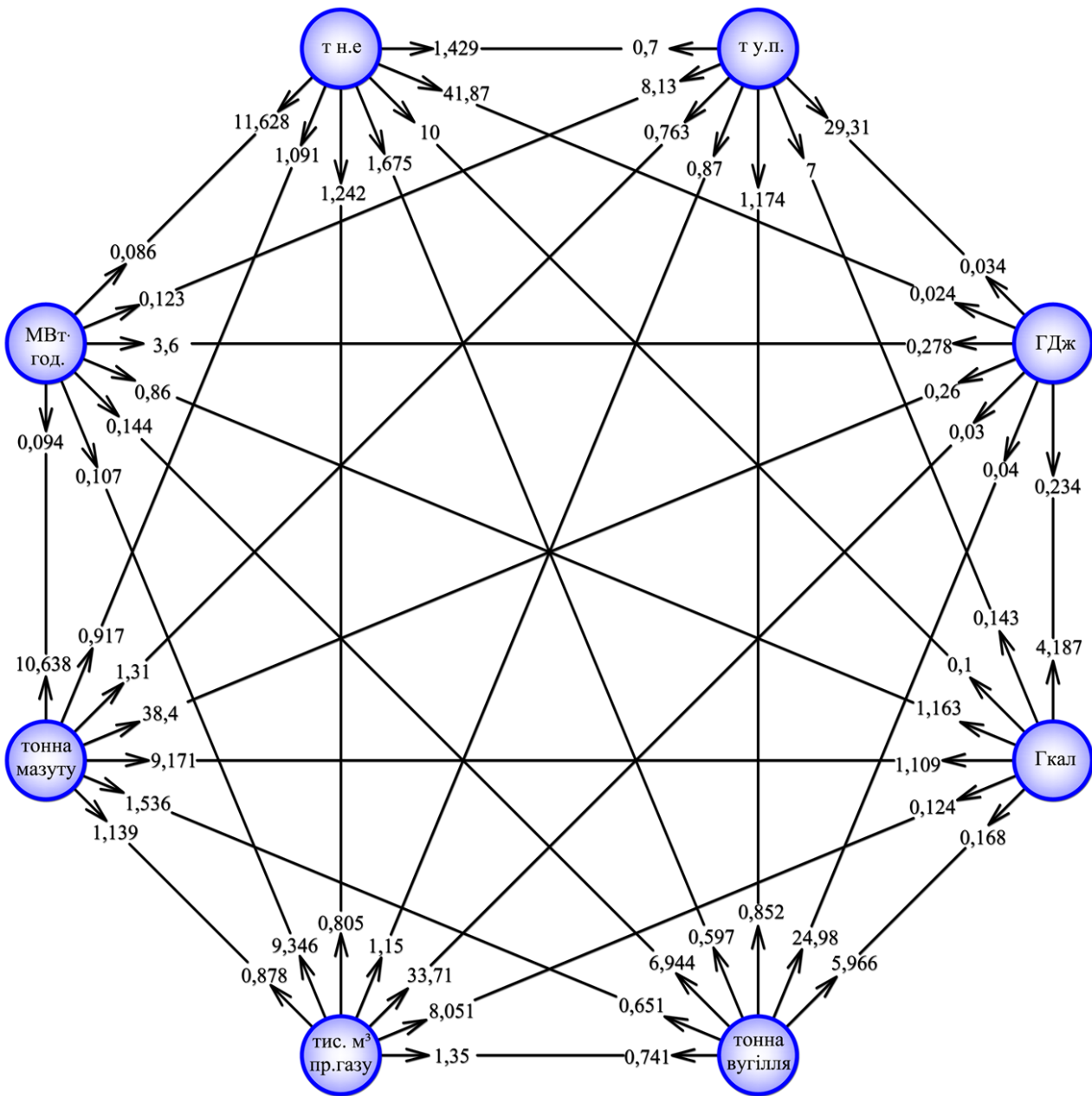
КП.ЕА.34-10.08.000

Вплив рекомендацій на стан навколишнього середовища

ТНТУ ім. Г.Пісуляк,
ФЛТ, аршла ЕМ-51

Формат А3

Діаграма перерахунку енергетичних величин



Умовні позначення:

т у.п. – 1 тонна умовного палива
 т н.е. – 1 тонна нафтового еквівалента

Приклад перерахунку:

перевести 50 ГДж у Гкал
 $50 \text{ ГДж} \times 0,234 \text{ (перевідний коефіцієнт)} = 11,7 \text{ Гкал}$

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова

1. Прокопенко В.В., Закладний О.М., Кульбачний П.В. Енергетичний аудит з прикладами та ілюстраціями: Навчальний посібник. – К.: Освіта України, 2009. – 438 с.
2. Димо Б.В., Пилипчак В.І. Оцінка енергетичної ефективності теплових систем: Навчальний посібник. – К.: Технології і ремонт, 2008. – 144 с.
3. Енергозбереження. Енергетичний аудит промислових підприємств. Порядок проведення та вимоги до організації робіт: ДСТУ 4713:2007. – [Чинний від 2007-07-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – III, 16 с. – (Національний стандарт України).

Допоміжна

4. Типова методика «Загальні вимоги до організації та проведення енергетичного аудиту» / Затверджено наказом Національного агентства України з питань забезпечення ефективного використання енергетичних ресурсів № 56 від 20.05.10 р. – Офіційне. видання. – К.: Національне агентство України з питань забезпечення ефективного використання енергетичних ресурсів, 2010. – 90 с.