

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

Кафедра електричної інженерії

Методичні вказівки
до курсової роботи з дисципліни
«Енергетичний аудит »

для студентів денної та заочної форм навчання
технічних спеціальностей

Покровськ-2017

Методичні вказівки до курсової роботи з дисципліни «Енергетичний аудит» для студентів денної та заочної форм навчання технічних спеціальностей. / уклад. О.М. Любименко. – Покровськ : ДонНТУ, 2017 . – 70 с.

У методичних вказівках наведені визначення основних понять і величин, що розглядаються у дисципліні «Енергетичний аудит» коротко роз'яснена сутність описуваних законів в політиці енергозбереження, що забезпечить оновлення основних фондів та впровадження нових технологій за рахунок економії коштів на імпорتنі енергоносії; зменшення обсягів шкідливих викидів у навколишнє середовище за рахунок технологічного переоснащення виробництва; підвищення рівня конкурентоспроможності вітчизняних. Наведені приклади розв'язування основних типів задач і завдань, які розраховуються при виконанні курсової роботи. Наведені довідкові дані.

Методичні вказівки можуть бути використані студентами денної та заочної форми навчання інженерних спеціальностей напряму теплоенергетика.

Укладачі
кафедри електричної інженерії

Любименко О.М., доц., к.ф.-м.н., доц.

Рецензент
кафедри електричної інженерії

Артеменко Ю.А., доц., к.т.н., доц.

Відповідальний за випуск
завідувач кафедри
кафедри електричної інженерії

Колларов О.Ю., доц., к.т.н., доц.

Затверджено навчально-методичним відділом ДонНТУ, протокол № 6 від 05.12.2017 р.

Розглянуто на засіданні кафедри електричної інженерії, протокол № 7 від 29.11.2017 р.

Донецький національний
технічний університет, 2017

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| ВСТУП | 4 |
| Загальні положення до курсової роботи | 5 |
| 1. Актуальність теми курсової роботи | 5 |
| 2. Мета і завдання курсової роботи | 6 |
| Можливий енергозберігаючий захід № 1. Впровадження енергетичного менеджменту | 8 |
| Можливий енергозберігаючий захід № 2. Підвищення ефективності спалювання палива в котлах | 11 |
| Можливий енергозберігаючий захід № 3. Установка конденсатівідвідних вузлів у системах використання пари | 13 |
| Можливий енергозберігаючий захід № 4. Реконструкція системи підготовки гарячої води | 14 |
| Можливий енергозберігаючий захід № 5. Термоізоляція паропроводів та трубопроводів гарячої води | 17 |
| Можливий енергозберігаючий захід № 6. Автоматизація обліку витрати енергоносіїв | 20 |
| Можливий енергозберігаючий захід № 7. Впровадження ефективних джерел світла | 22 |
| Можливий енергозберігаючий захід № 8. Підвищення ефективності роботи сушильних печей в ливарному цеху | 26 |
| Можливий енергозберігаючий захід № 9. Термоізоляція бака-акумулятора гарячої води | 28 |
| Можливий енергозберігаючий захід № 10. Моніторинг роботи котельного устаткування та температурного режиму обладнання | 30 |
| Можливий енергозберігаючий захід № 11. Моніторинг й оптимізація потужності електроустановок | 31 |
| Можливий енергозберігаючий захід № 12. Вплив рекомендацій на стан навколишнього середовища | 33 |
| Список рекомендованої літератури | 35 |
| Додаток А. Вихідні дані на курсову роботу | 36 |
| Додаток Б. Варіанти тарифів на енергоресурси | 38 |
| Додаток В. Варіанти завдань до енергозберігаючих заходів | 39 |
| Додаток Г. Зразок оформлення графічної частини роботи | 50 |
| Додаток Д. Діаграма перерахунку енергетичних величин | 54 |
| Додаток Е. Вимоги до оформлення курсової роботи | 55 |

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.

Автор висловлює подяку В.Г. Хомишину, М.Г. Тарасенко, К.М. Козаку, Р.Р. Івасечко за надані оригінальні матеріали для складання методичних вказівок.

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ДО КУРСОВОЇ РОБОТИ

1. Актуальність теми курсової роботи

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 144 чи 6.050601 «Теплоенергетика».

2. Мета і завдання курсової роботи

Курсова робота 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 кондиціювання, постачання стисненого повітря, обліку і контролювання споживання енергоносіїв, енергетичного менеджменту, а також визначенням пріоритетності впровадження енергоощадних заходів та оцінюванням їх впливу на довкілля. Курсова робота 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. Курсова робота 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 енерго-менеджер використовує під час своєї професійної діяльності, прищепити студентам навички виконання розрахунків, складання техніко-економічних обґрунтувань, пояснювальних записок тощо. Курсова робота 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. Курсова робота з енергетичного аудиту готує студента до вирішення складнішого завдання – виконання й захисту дипломної (кваліфікаційної) роботи магістра. Беручи до уваги, що під час курсової роботи студенти використовують теоретичні знання та практичні навички, набуті під час вивчення дисципліни «енергетичний аудит», виконання курсової роботи з неї планується або після повного завершення

теоретичного курсу, або на його завершальному етапі.

МОЖЛИВИЙ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИЙ ЗАХІД № 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).



Рисунок 1. 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-вимірювальної апаратури;
- складання плану встановлення додаткових лічильників та контрольно-вимірювальної 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 $2 \div 5$ % (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:

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

МОЖЛИВИЙ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИЙ ЗАХІД № 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 $124\text{ }^{\circ}\text{C}$, перед димовсмоктувачем – $30\text{ }^{\circ}\text{C}$, 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: $B_{za} = \underline{\hspace{2cm}}$ грн.

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

Всього витрати на купівлю та встановлення 5 газоаналізаторів:

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

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:

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

МОЖЛИВИЙ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИЙ ЗАХІД № 3.

УСТАНОВКА КОНДЕНСАТОВІДВІДНИХ ВУЗЛІВ У СИСТЕМАХ ВИКОРИСТАННЯ ПАРИ

Опис можливості

На підприємстві пара тиском $2,5 \text{ кг/см}^2$ 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 $105\text{--}110^\circ\text{C}$ 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 $10\text{--}15\%$.

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: $B_{\text{кв}} = \underline{\hspace{2cm}}$ грн.

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

Всього витрати на купівлю та встановлення 5 конденсатовідвідних вузлів:

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

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:

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

МОЖЛИВИЙ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИЙ ЗАХІД № 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 $t_{гв} = 60$ °С і поступає в баки-акумулятори гарячої води, встановлені у корпусах.

Розрахунок річної економії енергії

Витрата теплової енергії на гаряче водопостачання визначається з виразу:

$$Q_{гвн} = n \cdot c \cdot (t_{г} - t_{х}) \cdot (m_{д} \cdot g_{д} + m_{к} \cdot g_{к}) \cdot \tau_{м} \cdot 10^{-6}, \text{ Гкал},$$

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

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

$m_{д}$ – розрахункова кількість споживачів, які користуються душем, $m_{д} = 30$ чол.;

$m_{к}$ – розрахункова кількість споживачів, які користуються кранами, $m_{к} = 12$ чол.;

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

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

$t_{г}$ – розрахункова температура гарячої води, $t_{г} = 60$ °С;

$t_{х}$ – розрахункова температура холодної води, $t_{х} = 15$ °С;

$\tau_{м}$ – час миття, $\tau_{м} = 1$ год.

Підставивши значення, отримаємо

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

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 пального 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. ($\sim 10\text{-}15\%$ від B_1)

Вартість монтажних робіт: $B_3 = \underline{\hspace{2cm}}$ грн. ($\approx 20\text{-}30\%$ 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:

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

МОЖЛИВИЙ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИЙ ЗАХІД № 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 , °C |
|----------------|--------------------------|--------------------------|-----------------|-------------------------|--------------------------|----------------------|
| 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:

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

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:

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

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

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

$t_{\text{нов}}$ – температура повітря, $t_{\text{нов}} = 15$ °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:

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

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

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

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 $Q_{\text{ніз}}$, ккал/год. | Теплові втрати з ізоляцією $Q_{\text{із}}$, ккал/год. | Чиста економія $E_{\text{ч}}$, 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:

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

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,
 $C_{\text{із.пар}} = \text{_____} \text{ грн./м}$;

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

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

Загальні витрати:

$$B = B_{\text{із}} + B_{\text{м}} = \text{_____} \text{ грн.}$$

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:

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

МОЖЛИВИЙ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИЙ ЗАХІД №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 пропонованих для використання на промисловому підприємстві приладів обліку електроенергії, природного газу та води відповідно до обсягів споживання їх підприємством згідно МЕЗ № 1. Пропоновані 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 – $3\,000\,000 \cdot 0,05 = 150\,000$ кВт·год;

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 кВт·год. 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»:

$$B_{le} = \text{_____} \text{ грн.}$$

Вартість лічильника газу типу «НАЗВА ПРИЛАДУ»: $B_{lg} = \text{_____}$ грн.

Вартість лічильника води типу «НАЗВА ПРИЛАДУ»: $B_{lv} = \text{_____}$ грн.

Вартість системи АСКОЕ: $B_{ac} = \text{_____}$ грн.

Будівельно-монтажні та налагоджувальні роботи: $B_m = \text{_____}$ грн.
(прийняти $\approx 10\text{-}15\%$ від суми перших чотирьох даних).

Загальні витрати:

$$B = B_{le} + B_{lg} + B_{lv} + B_{ac} + B_m = \text{_____} + \text{_____} + \text{_____} + \text{_____} + \text{_____} = \text{_____} \text{ грн.}$$

Оцінка простої окупності

Витрати на реалізацію можливості: $B = \text{_____}$ грн.

Річна економія витрат на енергоносії: $E = \text{_____}$ грн.

Простий термін окупності складе:

$$TO = B / E = \text{_____} / \text{_____} = \text{_____} \text{ років.}$$

МОЖЛИВИЙ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИЙ ЗАХІД № 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 $S_{л-1} = 400 \text{ ВА}$ – 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.

$$W_1 = 0,475 \cdot 35 \cdot 3650 = 60681 \text{ кВтгод.}$$

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

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

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

$$\Delta W_{el} = W_1 - W_2 = 60681 - 35642 = 25039 \text{ кВтгод.}$$

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.

$$W_5 = 0,475 \cdot 120 \cdot 1095 = 62415 \text{ кВтгод.}$$

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

$$W_6 = P_{c2} \cdot n_3 \cdot F_2 = 0,279 \cdot 120 \cdot 1095 = 36660 \text{ кВтгод.}$$

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

$$W_7 = P_{e3} \cdot n_4 \cdot F_2,$$

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

$$W_8 = P_{e4} \cdot n_4 \cdot F_2 = 0,105 \cdot 80 \cdot 1095 = 9\,198 \text{ кВт.год.}$$

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: $B_1 =$ грн.

Вартість однієї лампи ДНаТ-100-3 з ПРА: $B_2 =$ грн.

Витрати на реалізацію можливості:

$$B = B_1(n_1 + n_3) + B_2(n_2 + n_4) = \text{_____} \text{ грн.}$$

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

Оцінка простої окупності

Витрати на реалізацію можливості: $B =$ _____ грн.

Річна економія витрат на електроенергію: $E =$ _____ грн.

Простий термін окупності складе:

$$TO = B / E = \text{_____} / \text{_____} = \text{років.}$$

МОЖЛИВИЙ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИЙ ЗАХІД №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

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

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

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

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:

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

або

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

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

q_{ϕ} – фактичний питомий тепловий потік за температури в камері $t = 350 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 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, $q_n = 1230 \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{год}$;

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:

$$Q = 2 \cdot G_s \cdot \left(\frac{t_n}{100} \right)^4 \cdot F_{\phi} \cdot \phi \cdot T_n =$$

$$= 2 \cdot 4,96 \cdot \left(\frac{573}{100} \right)^4 \cdot 0,544 \cdot 0,7 \cdot 500 = 2\,036\,091 \text{ ккал,}$$

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:

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

МОЖЛИВИЙ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИЙ ЗАХІД №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 наплення пінополіуретаном, використовуване обладнання, привести 1-2 рисунки)

Розрахунок річної економії енергії

Втрати тепла в навколишнє середовище визначаємо за формулою:

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

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

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

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

L_b – коефіцієнт тепловіддачі, визначаємо за формулою

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

τ – тривалість роботи бака-акумулятор в році,

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

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

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

Отже, втрати тепла в навколишнє середовище складають:

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

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

Економія газу в результаті впровадження заходу складе:

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

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 наплення 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:

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

МОЖЛИВИЙ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИЙ ЗАХІД №10 .

МОНІТОРИНГ РОБОТИ КОТЕЛЬНОГО УСТАТКУВАННЯ ТА ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ ТЕПЛОВИКРИСТОВУЮЧОГО 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 ПРИЛАДУ», 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:

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

МОЖЛИВИЙ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИЙ ЗАХІД №11 . МОНІТОРИНГ Й ОПТИМІЗАЦІЯ П ОТУЖНОСТІ 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 комплексу 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:

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

МОЖЛИВИЙ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИЙ ЗАХІД №12 .

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. 12.1., береться з МЕЗ від №1 до 11.

Таблиця 12.1

Річна економія енергоресурсів по підприємству

| Енергозберігаючий захід | Річна економія електроенергії, кВт·год. | Річна економія природного газу, м³ |
|-------------------------|---|------------------------------------|
| 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. 12.2.

Таблиця 12.2

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.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. 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 : Вид-во ТНТУ ім. І. Пулюя, 2017. – 59 с.
2. Прокопенко, В.В. Енергетичний аудит з прикладами та ілюстраціями : навч. посіб. / В.В. Прокопенко, О.М. Закладний, П.В. Кульбачний. – К. : Освіта України, 2009. – 438 с.
3. Димо, Б.В. Оцінка енергетичної ефективності теплових систем : навч. посіб. / Б.В. Димо, В.І. Пилипчак. – К. : Технології і ремонт, 2008. – 144 с.
4. 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).
5. 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 вид. – К. : Національне агентство України з питань забезпечення ефективного використання енергетичних ресурсів, 2010. – 90 с.

Вихідні дані до курсової роботи *

| | Номер варіанту | 0** |
|-----------|--|------------------|
| Тарифи | Тариф на електроенергію, грн./кВт.год. | 0,60 |
| | Тариф на природний 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 електро енергії, 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, м² | 0,544 |
| МЕЗ № 9 | Об'єм бака-акумулятора (БА), м³ | 23 |
| | Площа зовнішньої поверхні БА, м² | 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, м³/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 курсову роботу. В бланку самого завдання у пункті «Вихідні дані до роботи» зазначити «Згідно варіанту № ».

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

*** МЕЗ (Можливий енергозберігаючий захід).

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. м³ | Споживання мазуту, т | Споживання води, тис. м³ | 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 душом, 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 варіант а | Трубо- провід 1 (пара) | Трубо- провід 2 (пара) | Трубо- провід 3 (пара) | Трубо- провід 4 (ГВП) | Трубо- провід 5 (ГВП) | Трубо- провід 6 (ГВП) | Темпера- тура пари, °С | Темпера- тура 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 температу ра в печі, °C | Площа щілини між стулками воріт, м² |
|-------------------|--|--|---|--|---|--|--|
| 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), м³ | Площа зовнішньої поверхні БА, м² | Температура на зовнішній поверхні БА, °С | Кількість робочих днів в опалювальний період | Кількість робочих днів в неопалювальн ий період | Питома витрата газу, м³/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 |

Варіанти завдань до МЕЗ № 12

Розрахунок загальної річної економії електроенергії та природного газу зводимо в табл. 12.1., а данні річної економії електроенергії та природного газу беремо з розрахованих в кожному завданні МЕЗ для МЕЗ з №1 до 11.

Таблиця 12.1

Річна економія енергоресурсів по підприємству

| Енергозберігаючий захід | Річна економія електроенергії, кВт.год. | Річна економія природного газу, м ³ |
|-------------------------|---|--|
| МЕЗ № 1 | | |
| МЕЗ № 2 | | |
| МЕЗ № 3 | | |
| МЕЗ № 4 | | |
| МЕЗ № 5 | | |
| МЕЗ № 7 | | |
| МЕЗ № 8 | | |
| МЕЗ № 9 | | |
| МЕЗ № 10 | | |
| МЕЗ № 11 | | |
| Разом | | |

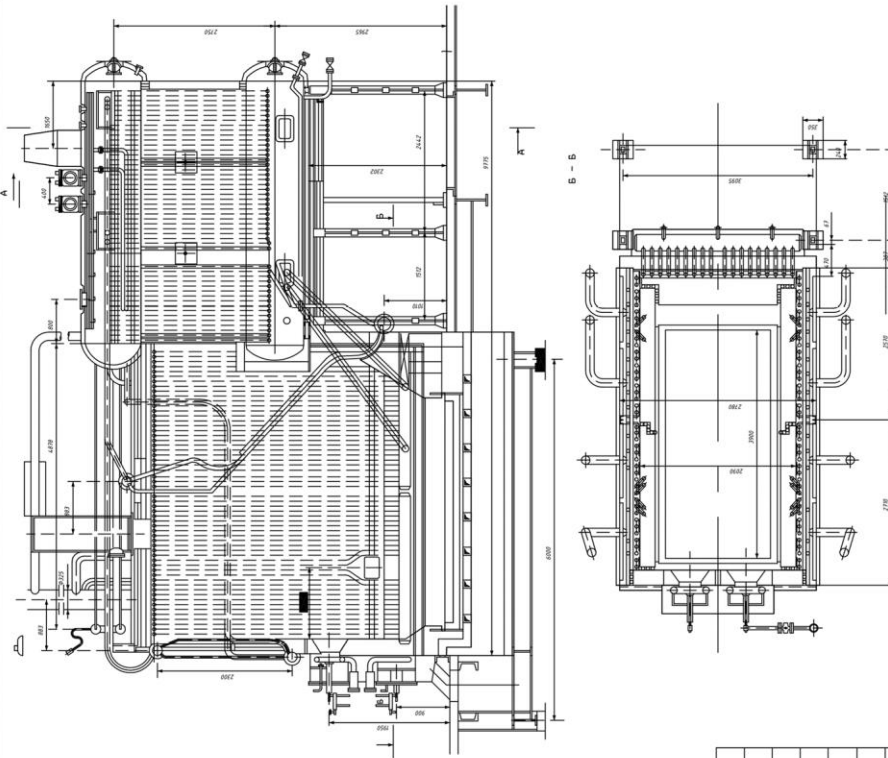
Комел ДКВр 10-23

| | |
|--|--------------|
| Паропроductивність, т/год | 10 |
| Робочий тиск, кг/см ² | 23 |
| Температура перегрітої пари, °C | насяч. |
| Поверхня нагріву екранів (розрахункова), м ² | 49,6 |
| Поверхня нагріву пучка, м ² | 202 |
| Загальна поверхня нагріву котла, м ² | 251,6 |
| Водний об'єм котла, м ³ | 9,04 |
| Паровий об'єм котла, м ³ | 2,56 |
| Запас води за граничним рівнем водовказівного приладу, м ³ (mm) | 1,07 (5,8) |
| Внутрішній діаметр барабанів, mm | 1 000 |
| Товщина стінки барабанів, mm | 20 |
| Загальна кількість труб, конвективного пучка, шт. | 616 |
| Довжина котла з легкою обмурівкою, mm | 6 833 |
| Ширина котла з легкою обмурівкою, mm | 3 830 |
| Висота до штуцера на верхньому барабані, mm | 6 315 |
| Маса котла, кг | 17 707 |
| ККД котла (розрахункова витрата мазу), %, кг/год | 86,0 (1 045) |
| ККД котла (розрахункова витрата газу), %, м ³ /год | 87,0 (1 105) |



Газоанализатор 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 |
| Мережне живлення | Мережвий адаптер 100 – 240В, 50 Гц |
| Клас захисту | IP 20 |
| Маса, г | 800 |
| Габарити, мм | 110×225×52 |
| Ціна, грн | 15 985 |

[illegible]

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 | | |
| Зм. | Арк. | № документа | Підпис | Дата | | Літера | Маса | Масштаб |
| Розробив | | Студент С.С. | | | | Н | - | 1:1 |
| Перевірив | | Хоничин В.Г. | | | | | | |
| Консульт. | | | | | | Аркуш | Аркушів 1 | |
| Н. контр. | | | | | | | | |
| Рецензент | | | | | | | | |
| Зав. каф. | | Тарасенко М.Г | | | | | | |

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



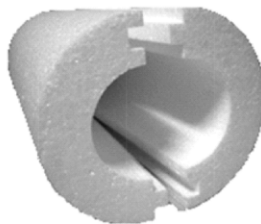
| |
|---|
| Коефіцієнт теплопровідності $\lambda=0,038 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ |
| Щільність $\rho=75 \text{ кг/м}^3$ |

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 | | | | | |
| | | | | | МЕЗ № 5 Термоізоляція паропроводів та трубопроводів гарячої води | | Літера | Маса | Масштаб | |
| | | | | | | | Н | - | 1:1 | |
| Зм. | Арк. | № документа | Підпис | Дата | | | Аркуш | | Аркушів 1 | |
| Розробив | Студент С.С. | | | | | | | | | |
| Перевірив | Хончишин В.Г. | | | | | | | | | |
| Консульт. | | | | | | | | | | |
| Н. контр. | | | | | | | | | | |
| Рецензент | | | | | | | | | | |
| Зав. каф. | Тарасенко М.Г | | | | | | | | | |

Формат А3

53

*Річна економія енергоресурсів
по підприємству*

| Енергозберігаючий захід | Річна економія електроенергії, кВт·год | Річна економія природного газу, м³ |
|-------------------------|--|------------------------------------|
| 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 |

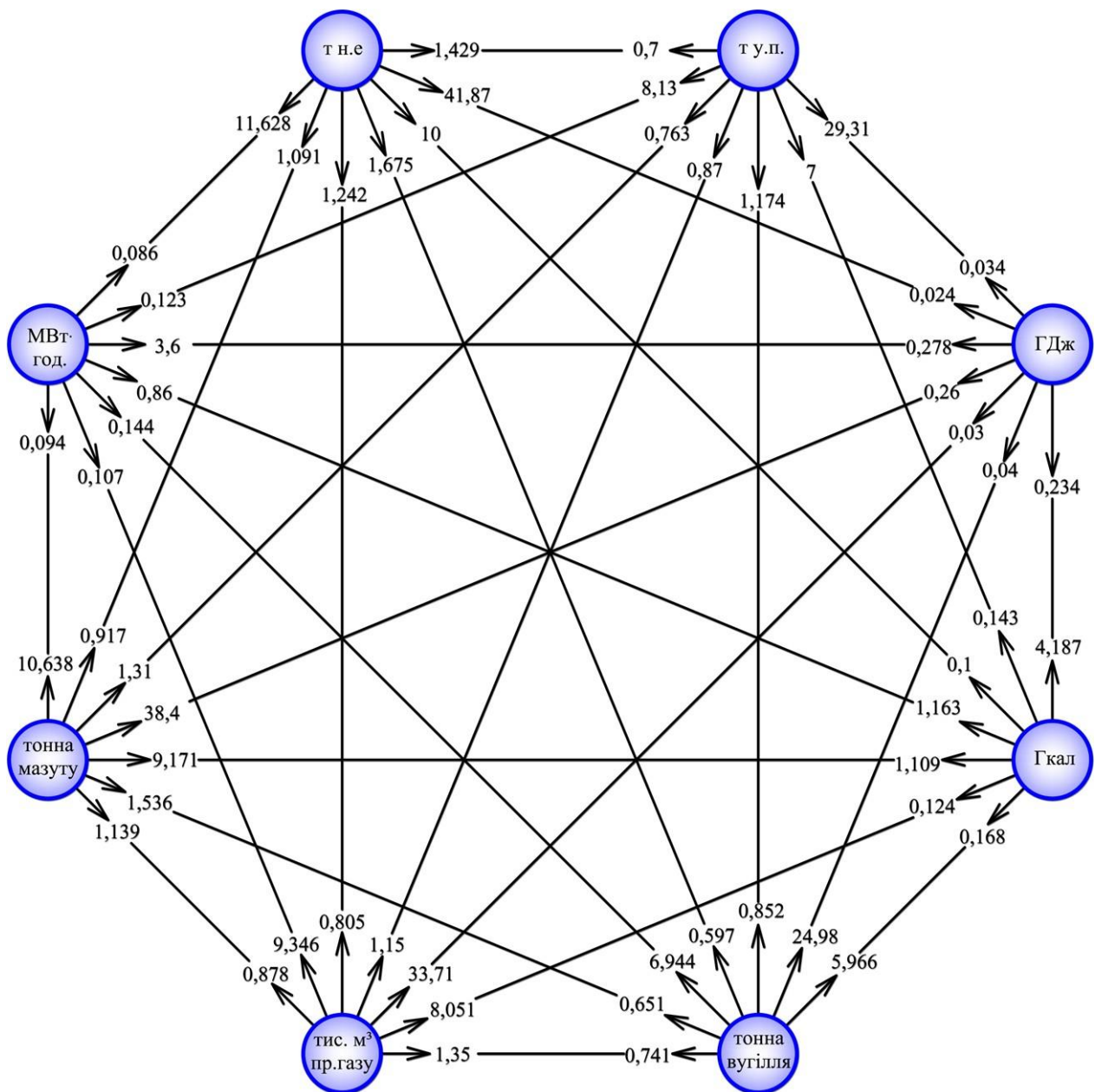
Зведені показники попереджених викидів в атмосферу шкідливих речовин в результаті впровадження запропонованих заходів

| Найменування викиду | Зниження викидів від економії електроенергії, 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 |

[illegible]

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

Вимоги до оформлення та змісту курсової роботи

Оформлення курсових робіт – це водночас зі створенням його змісту дуже важливий процес, нехтувати яким не можна.

Текст курсової роботи повинен бути надрукований на комп'ютері на одній стороні стандартного білого аркуша паперу (210 x 297 мм).

При виконанні роботи на ПК необхідно дотримуватися наступних вимог:

- формат редактора Word for Windows;
- відступи: зліва – 3.0 см, зверху і знизу – 2 см, справа – 1,5 см;
- шрифт – *Times New Roman*;
- розмір шрифту – 14;
- міжрядковий інтервал – 1,5.

Шрифт друку повинен бути чітким з однаковою щільністю тексту, стрічка - чорного кольору середньої жирності.

Друкарські помилки, описки і графічні неточності, виявлені в процесі написання курсової роботи, можна виправляти підчищенням або зафарбуванням білою фарбою і нанесенням на тому ж місці або між рядками виправленого тексту (фрагменту малюнка) машинописним способом. Кількість виправлень повинна бути мінімальною: на одній сторінці не більше двох виправлень від руки чорним чорнилом.

Всі листки курсової роботи повинні бути зброшуровані, або переплетені способом, який би забезпечував їхню збереженість.

Курсова робота виконується відповідно до вимог цих методичних вказівок, інакше вона не буде допущена до захисту, незалежно від її змісту.

Зміст курсової роботи викладається літературною мовою, текст повинен бути надрукований на комп'ютері.

Порядок розташування матеріалу в курсовій роботі наступний:

1. Титульна сторінка. Лист завдання.

2. Зміст.
3. Вступ.
4. Основна частина.
5. Висновки.
6. Список використаної літератури.
7. Додатки.

Оформлення титульної сторінки курсової роботи проводиться за прийнятим стандартним зразком.

Текст основної частини курсової роботи поділяють на розділи.

Заголовки структурних частин курсової роботи друкують великими літерами симетрично до тексту. Крапку в кінці заголовка не ставлять. Якщо заголовок складається з двох або більше речень, їх розділяють крапкою.

Зміст курсової роботи охоплює всі частини письмової роботи (вступ, розділи і т.п.) і її всі заголовки. Проти кожного найменування в правій стороні листка змісту зазначається номер сторінки, з якої починається згадана частина роботи. Перед назвою кожного розділу проставляється його номер.

Нумерацію сторінок, розділів, рисунків, таблиць, формул подають арабськими цифрами без знака №. Кожний розділ роботи починається з нової сторінки. Нумерація сторінок – наскрізна від титульної сторінки до останньої. Титульний лист, зміст, додатки не нумеруються. Номер сторінки проставляється внизу справа. Сторінки, які зайняті ілюстраціями і таблицями, включаються в наскрізну нумерацію. Номер розділу ставлять перед його назвою, після номера ставлять крапку і друкують заголовок розділу.

Відступи всіх абзаців повинні бути по всій роботі однакові (1,25 см).

Додаток оформляється як продовження роботи. Кожен додаток починається з нової сторінки. В правому верхньому куті пишеться слово “Додаток” і проставляється його номер або літера.

Подання таблиць

Табличний матеріал повинний розташовуватися по тексту й обов'язково мати коментар. Кожній таблиці привласнюється порядковий номер, вона повинна мати назву із зазначенням періоду, до якого відносяться систематичні дані, джерело із вказівкою конкретних сторінок, з яких запозичена інформація чи сама таблиця. Посилання на джерело оформляється або внизу сторінки, або в квадратних дужках. У першому випадку внизу сторінки вказується прізвище та ініціали автора, назва джерела і сторінки. (Джерело включається в список літератури.) У другому випадку в квадратних дужках — порядковий номер джерела і номер сторінки в ньому.

Таблицю розміщують після першого згадування про неї в тексті, таким чином, щоб її можна було читати без повороту переплетеного блоку курсової роботи або з поворотом за годинниковою стрілкою. Назва таблиці розташовується над нею нижче слова “Таблиця”, що знаходиться в правому верхньому куті. Таблицю з великою кількістю рядків можна переносити на інший аркуш. У цьому випадку назву вміщують тільки над її першою частиною. Таблицю з великою кількістю граф можна ділити на частини і розміщувати одну над одною в межах тієї самої сторінки.

Таблиця повинна в обов'язковому порядку містити одиниці вимірювання. Якщо показники мають однакову одиницю вимірювання, то її виносять в заголовок.

Таблиці нумерують послідовно (за винятком таблиць, поданих у додатках) в межах розділу. У правому верхньому куті над відповідним заголовком таблиці розміщують напис “Таблиця” із зазначенням її номера. Номер таблиці складається з номера розділу і порядкового номера таблиці,

між якими ставиться крапка, наприклад: “Таблиця 1.2” (друга таблиця першого розділу).

При перенесенні частини таблиці на інший аркуш (сторінку) слово “Таблиця” і номер її вказують один раз справа над першою частиною таблиці, над іншими частинами пишуть слова “Продовження табл.” і вказують номер таблиці, наприклад: “Продовження табл. 1.2”.

Заголовок кожної графи таблиці має бути по можливості коротким. Слід уникати повторів тематичного заголовка в заголовках граф, одиниці виміру зазначати у тематичному заголовку, виносити до узагальнюючих заголовків слова, що повторюються.

Заголовки граф пишуть з великої літери, підзаголовки - з малої, якщо вони складають одне речення із заголовком, і з великої, якщо вони є самостійними. Заголовки (як підпорядковані, так і головні) мають бути максимально точними і простими. В них не повинно бути слів або розмірностей, що повторюються.

На всі таблиці курсової роботи повинні бути посилання в тексті, при цьому слово “таблиця” пишуть скорочено, наприклад: “...в табл. 1.2”. У повторних посиланнях вживають скорочено слово “дивись”, наприклад: “див. табл. 1.3”.

Наводити в курсовій роботі треба лише ті таблиці, які неможливо передати звичайним текстом (результати експериментальних спостережень, зіставлення розбіжності, детальні довідкові дані і т.ін.).

Правила подання формул

При використанні формул необхідно дотримуватися певних техніко-орфографічних правил. Почнемо із розміщення формул у тексті курсової роботи.

Найбільші, а також довгі та громіздкі формули, котрі мають у складі знаки суми, добутку, диференціювання, інтегрування, розміщують на окремих рядках. Це стосується також і всіх нумерованих формул. Для економії місця кілька коротких однотипних формул, відокремлених від тексту, можна подати в одному рядку, а не одну під одною. Невеликі і нескладні формули, що не мають самостійного значення, вписують всередині рядків тексту.

Пояснення значень символів і числових коефіцієнтів треба подавати безпосередньо під формулою в тій послідовності, у якій вони дані у формулі. Значення кожного символу і числового коефіцієнта записують з нового рядка. Перший рядок пояснення починають зі слова “де” без двокрапки.

Рівняння і формули треба відділяти від тексту вільними рядками. Вище і нижче кожної формули залишають не менше одного вільного рядка. Якщо рівняння не вміщується в один рядок, його переносять в інший після знаків рівності (=), плюс (+), мінус (-), множення (x) і ділення (:)

Нумерація формул також потребує знання деяких особливостей її оформлення. Нумерувати слід лише ті формули, на які є посилання у наступному тексті. Інші нумерувати не рекомендується.

Формули в курсовій роботі (якщо їх більше однієї) нумерують у межах розділу. Номер формули складається з номера розділу і порядкового номера формули в розділі, між якими ставлять крапку. Номери пишуть біля правого берега аркуша в одному рядку з відповідною формулою в круглих дужках,

наприклад: (3.1) (перша формула третього розділу). Порядкові номери позначають арабськими цифрами в круглих дужках біля правого берега сторінки без крапок від формули до її номера.

Номер, який не вміщується у рядку з формулою, переносять у наступний нижче формули. Номер формули при її перенесенні вміщують на рівні останнього рядка. Якщо формула знаходиться у рамці, то номер такої формули записують ззовні рамки з правого боку навпроти основного рядка формули. Номер формули-дробу подають на рівні основної горизонтальної риски формули.

Необхідно знати і правила пунктуації в тексті з формулами. Загальне правило тут таке: формула входить до речення як його рівноправний елемент. Тому в кінці формул і в тексті перед ними розділові знаки ставлять відповідно до правил пунктуації.

Двокрапку перед формулою ставлять лише у випадках, передбачених правилами пунктуації а) у тексті перед формулою є узагальнююче слово; б) цього вимагає побудова тексту, що передує формулі

Розділовими знаками між формулами, котрі йдуть одна за одною і не відокремлені текстом, можуть бути кома або крапка з комою безпосередньо за формулою до її номера.

Правила подання ілюстрацій

Практика показує, що через незнання студентами специфічних видавничих вимог до оформлення ілюстративного матеріалу, досить часто переносяться терміни подання вже готових курсових робіт. Розглянемо загальні правила подання й оформлення окремих видів ілюстративного матеріалу.

Ілюструють курсові роботи, виходячи із певного загального задуму, за ретельно продуманим тематичним планом, який допомагає уникнути ілюстрацій випадкових, пов'язаних із другорядними деталями тексту і запобігти невиправданим пропускам ілюстрацій до найважливіших тем. Кожна ілюстрація має відповідати тексту, а текст – ілюстрації.

Назви ілюстрацій розміщують після їхніх номерів. При необхідності ілюстрації доповнюють пояснювальними даними (підрисунковий підпис).

Основними видами ілюстративного матеріалу в курсових роботах є: рисунок, діаграма і графік.

Рисунки використовуються в курсових роботах, коли треба зобразити явище або предмет таким, яким ми його сприймаємо зором, але без зайвих деталей і подробиць. Такі рисунки виконуються, як правило, в аксонометричній проекції, що дає змогу найбільш повно, просто і дохідливо зобразити предмет. Незважаючи на простоту, рисунок має широкі пізнавальні можливості.

Діаграма – один із способів графічного зображення залежності між величинами. У діаграмах наочно відбивають і аналізують масові дані.

Відповідно до форми побудови розрізняють діаграми площинні, лінійні й об'ємні. У курсових роботах найбільшого розповсюдження набули лінійні діаграми, а з площинних - стовпчикові (стрічкові) і секторні.

Результати обробки числових даних можна подати у вигляді *графіків*, тобто умовних зображень величин та їх співвідношень через геометричні фігури, точки і лінії. Графіки використовують як для аналізу, так і для підвищення наочності ілюстративного матеріалу.

На графіку слід писати лише умовні літерні позначення, прийняті у тексті. Написи, що стосуються кривих і точок, залишають тільки у тих випадках, коли їх небагато і вони є короткими. Багатослівні підписи замінюють цифрами, а розшифровку наводять у підрисунковому підпису.

Ілюстрації позначаються словом «рис.» і нумеруються послідовно в межах розділу арабськими цифрами, які складаються із номера розділу і порядкового номера ілюстрації розділених крапкою. Наприклад: Рис. 1.2 (другий малюнок першого розділу). Номер ілюстрації, її назва і пояснювальні підписи розміщують послідовно під ілюстрацією. Якщо в курсовій роботі подано одну ілюстрацію, то її нумерують за загальними правилами.

У тому місці, де викладається тема, пов'язана із ілюстрацією, і де читачеві треба вказати на неї, розміщують посилання у вигляді виразу у круглих дужках “(рис. 3.1)” або зворот типу “...як це видно з рис. 3.1”, або “... як це показано на рис. 3.1”.

Правила оформлення додатків

Додатки оформлюють як продовження курсової роботи на наступних її сторінках або у вигляді окремої частини, розміщуючи їх у порядку появи посилань у тексті курсової роботи.

Якщо додатки оформлюють як продовження курсової роботи, кожен з них починають з нової сторінки, їм дають заголовки, надруковані вгорі малими літерами з першої великої симетрично відносно тексту сторінки. По правій стороні рядка з першої великої друкується слово “Додаток ” і велика літера, що позначає додаток.

Додатки слід позначати послідовно великими літерами української абетки (за винятком літер Ї, Є, І, Ї, Й, О, Ч, Ї) наприклад, додаток А, додаток Б і т.д. Єдиний додаток позначається як додаток А..

При оформленні додатків окремою частиною (книгою) на титульному аркуші під назвою курсової роботи друкують великими літерами слово “ДОДАТКИ”.

Рецензування і захист курсових робіт

Виконана курсова робота (у чистовому варіанті) підписується студентом та подається у встановлений термін (**як правило, за 10 днів до її захисту**) на кафедру для перевірки і рецензування її керівником. Перевірка роботи науковим керівником здійснюється тільки після реєстрації її на кафедрі. Без реєстрації курсова робота вважається незданою.

На виконувану курсову роботу керівник дає письмовий відгук (рецензію), у якому відзначає глибину розкриття запропонованої теми, відповідність змісту роботи поставленому завданню, а також ступінь оригінальності і самостійності роботи. Курсову роботу рецензує керівник роботи; на протязі 7 днів видається рецензія на неї.

Якщо рецензія схвальна, то робота допускається до захисту; якщо робота написана з порушенням вимог, її повертають для доопрацювання.

Після доробки студент зобов'язаний представити нову роботу разом з первинним її варіантом (не прийнятим до захисту) і відповідною рецензією.

У випадку виявлення двох чи більше однакових робіт, останні вважатимуться не зарахованими.

Питання про допуск і захист вирішує керівник роботи. Робота допускається до захисту при наявності позитивної рецензії наукового керівника.

Студенти, які не підготували у встановлений термін курсові роботи чи не захистили їх з неповажної причини, вважаються такими, що мають академічну заборгованість.

На захисті студент повинний добре орієнтуватися в представленій роботі, вміти пояснити джерела цифрових даних, відповідати на питання як теоретичного, так і практичного характеру, що відносяться до теми роботи.

Виступ студента повинен бути коротким: 5-8 хвилин (неприпустиме перевищення відведеного часу). У ньому обґрунтовується вибір сфери дослідження, стисло викладається основний зміст та повідомляються результати (висновки) дослідження. Рекомендується продумати і написати свій виступ, однак доповідати слід не заглядаючи в текст.

Відповіді на питання в ході захисту повинні бути короткими і чіткими без повторення того, що було сказано під час доповіді.

Екземпляр захищеної курсової роботи зберігається на кафедрі протягом п'яти років. За бажанням студент має право зняти копію зі своєї роботи.

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

Кафедра електричної інженерії

КУРСОВА РОБОТА

з дисципліни « _____ »

на тему:

« _____

_____ »

Студента(ки) _____ курсу гр. _____
Спеціальності « _____ »

Керівник: _____

Оцінка за національною шкалою _____
Кількість балів: _____ Оцінка ECTS _____

Члени комісії: _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

(підпис) (прізвище та ініціали)

(підпис) (прізвище та ініціали)

Покровськ 20__

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет КІТАЕР
Кафедра електричної інженерії

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Завідувач кафедри
_____ (Колларов О.Ю.)
« » _____ 2018 р.

ЗАВДАННЯ
на курсову роботу студента

_____ (прізвище, ім'я, по батькові)
1. Тема роботи _____

3. Вихідні дані до роботи

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробленню)

5. Дата видачі _____

Керівник _____
(підпис)

Завдання прийняв до виконання _____
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів курсової роботи | Термін виконання етапів роботи | Примітка |
|----------|------------------------------|-----------------------------------|----------|
| | | | |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Студент

(підпис)

(прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник роботи

(підпис)

(прізвище, ім'я, по батькові)

РЕЦЕНЗІЯ

на курсову роботу студента (студентки) групи _____

на тему: « _____ »

Актуальність теми _____

Зміст основної частини _____

Новизна роботи _____

Недоліки роботи _____

Загальний висновок _____

« _____ » _____ 20__ р. _____

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ВИДАННЯ

Методичні вказівки
до курсової роботи з дисципліни «Енергетичний аудит»
для студентів денної та заочної форм навчання технічних спеціальностей.

Комп'ютерний набір і верстка: Любименко Олена Миколаївна

Укладачі:
к.ф.-м.н., доц. кафедри електричної інженерії

Любименко О.М., доц.,

Донецький національний технічний університет
85300, м. Покровськ, вул. Шибанкова, 2.

Покровськ
2017