

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Методичні вказівки до проведення практичних занять
Частина 2

СУМИ – 2026

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет
Кафедра енергетики та електротехнічних систем

ЕКСПЛУАТАЦІЯ **ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ**

Методичні вказівки щодо проведення практичних занять
Частина 2

для здобувачів 4 та 3 с.т. курсу
освітньої програми «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»
денної та заочної форм здобуття освіти
ступеню вищої освіти «бакалавр»

СУМИ – 2026

УДК 621.18(072)

Ч 44

Укладачі: **Чепіжний А.В.**, к.т.н., доцент кафедри енергетики та електротехнічних систем
Шевченко С.С., с.н.с, професор кафедри енергетики та електротехнічних систем
Мороз К.В., завідувач навчальною лабораторією кафедри енергетики та електротехнічних систем
Тимошенко Г.А., завідувач навчальною лабораторією кафедри енергетики та електротехнічних систем

Ч 44 Експлуатація теплоенергетичного обладнання :
методичні вказівки щодо проведення практичних занять. Частина
2 / укл. А. В. Чепіжний, С.С. Шевченко, К.В. Мороз, Г.А.
Тимошенко – Суми, 2026 – 30 с.

В методичних вказівках щодо проведення практичних занять наведено основні принципи проведення розрахунків роботи енергетичних установок, що використовуються в різних галузях їх основні принципи експлуатації.

Рецензенти:

Лобода В.Б., к.т.н., професор кафедри енергетики та електротехнічних систем
Думанчук М.Ю., к.т.н., доцент кафедри технічного сервісу та галузевого машинобудування

Відповідальний за випуск:

Юрченко О.Ю. PhD, доцент кафедри енергетики та електротехнічних систем

Рекомендовано до видання Радою із забезпечення якості освітньої діяльності та якості вищої освіти інженерно-технологічного факультету.

Протокол №6 від 14.05.2026 року

ЗМІСТ

ПРАКТИЧНА РОБОТА 7. ПОСЛІДОВНІСТЬ ОПЕРАЦІЙ ПУСКУ ОСТАНОВУ ТУРБІНИ.....	6
ПРАКТИЧНА РОБОТА 8. ОСОБЛИВОСТІ ПІДВИЩЕННЯ ВІБРАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ ТУРБОАГРЕГАТУ.....	8
ПРАКТИЧНА РОБОТА 9. РЕЖИМ РОБОТИ ОБЛАДНАННЯ В ЗМІШАНИХ РЕЖИМАХ.....	11
ПРАКТИЧНА РОБОТА 10. ФОРМУВАННЯ ЗВІТУ З ОБСТЕЖЕННЯ ТЕПЛОВИХ МЕРЕЖ.....	13
ПРАКТИЧНА РОБОТА 11. ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ НАЛАГОДЖЕННЯ СИСТЕМ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ.....	16
ПРАКТИЧНА РОБОТА 12. ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ НАЛАГОДЖЕННЯ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ.....	21
ПРАКТИЧНА РОБОТА 13. ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ НАЛАГОДЖЕННЯ ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА СИСТЕМ КОНДИЦІОНУВАННЯ.....	24
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	29

ПРАКТИЧНА РОБОТА 7

ПОСЛІДОВНІСТЬ ОПЕРАЦІЙ ПУСКУ ОСТАНОВУ ТУРБІНИ

Мета роботи: метою практичної роботи є вивчення особливостей організації пуску і останову турбіни.

Задачі:

1. Оволодіти лекційним матеріалом відповідно до теми заняття.
2. Опрацювати методику пуску та останову турбіни.

Необхідно знати: будову основного та допоміжного обладнання паротурбінної установки.

Необхідно вміти: застосовувати методику пуску та останову турбіни.

Послідовність операцій при пуску та зупинці парової турбіни – це чітко регламентований технологічний процес, де кожен крок спрямований на мінімізацію термічних напружень у металі.

Нижче наведено розширений алгоритм дій для типової конденсаційної турбіни.

1. Послідовність операцій під час пуску.

Пуск вважається завершеним лише після виходу на номінальне навантаження та стабілізації теплового стану.

Етап А: Підготовчі операції:

1. Огляд та контроль: Перевірка рівнів масла в баках, стану контрольно-вимірювальних приладів та наявності живлення на приводах.

2. Запуск масляної системи: Включення пускового масляного насоса. Перевірка тиску масла на змащення підшипників та в системі регулювання.

3. Включення валоповоротного пристрою (ВПП): Ротор починає обертатися зі швидкістю 3–20 об/хв. Це критично для запобігання тепловому прогину вала.

4. Підготовка конденсаційної установки: Запуск циркуляційних насосів для подачі охолоджувальної води в конденсатор.

Етап Б: Створення вакууму та подача пари на ущільнення.

1. Подача пари на кінцеві ущільнення: Це створює «парову завісу», яка перешкоджає присмоктуванню холодного повітря в турбіну.

2. Включення ежектора: Початок відкачування повітря з конденсатора для створення розрідження (вакууму). Без достатнього вакууму пуск заборонений, щоб уникнути перегріву лопаток останніх ступенів.

Етап В: Розгін та прогрів (Набір обертів)

1. Поштовх ротора: Відкриття стопорного клапана та подача такої кількості пари, щоб ротор відірвався від ВПП і почав самостійне обертання.

2. Витримка на проміжних обертах: Зупинка на низьких частотах (наприклад, 500-800 об/хв) для «м'якого» прогріву металу. У цей час контролюється вібрація та різниця температур «верх-низ» циліндра.

Проходження критичних частот: Швидке збільшення обертів у діапазоні, де виникає резонанс вала, до виходу на 3000 об/хв (синхронна частота).

Етап Г: Синхронізація та навантаження

Синхронізація: Включення генератора в мережу при досягненні повної відповідності параметрів мережі та генератора.

Взяття початкового навантаження: Зазвичай 5-10 % від номіналу для запобігання охолодженню проточної частини.

Подальше навантаження за графіком: Поступове збільшення потужності відповідно до термонапруженого стану найбільш масивних деталей.

2. Послідовність операцій під час зупинки

Процес зупинки має на меті плавне охолодження елементів без деформацій.

Етап А: Розвантаження

1. Зниження потужності: Поступове закриття регулюючих клапанів. Паралельно знижуються параметри пари від котла (якщо передбачено режим зупинки на ковзних параметрах).

2. Відключення від мережі: При досягненні мінімального навантаження (близько до нуля) вимикач генератора розмикається.

Етап Б: Вибіг ротора

1. Закриття стопорного клапана: Повне припинення подачі пари. Ротор починає обертатися за інерцією (вибіг).

2. Контроль часу вибігу: Важливий діагностичний показник. Якщо ротор зупинився занадто швидко, це може свідчити про зачіпання в проточній частині.

3. Зрив вакууму: На певних обертах відкриваються клапани сполучення з атмосферою для швидшого гальмування та охолодження лопаток.

Етап В: Післязупинний період

1. Включення ВПП: Щойно ротор зупинився, його негайно ставлять на валоповорот. Ротор має обертатися до повного охолодження циліндра (іноді до 2–3 діб).

2. Робота масляних насосів: Масло продовжує циркулювати для відведення тепла від гарячих підшипників, поки температура металу в зоні вкладишів не впаде до безпечного рівня (зазвичай нижче 150°C).

3. Вимкнення допоміжного обладнання: Зупинка ежектора, ущільнювальної пари та, нарешті, циркуляційних насосів.

Основні критерії безпеки (Check-list оператора).

- Осьовий зсув ротора: Не повинен перевищувати 1.0-1.2 мм.
- Відносне розширення ротора (ВРР): Контроль зазорів, щоб ротор не вперся в статор.
- Вібрація підшипників: Не більше допустимих значень (зазвичай до 4.5 мм/с або за амплітудою).
- Температура масла на виході: Має залишатися в межах 45–55°C.

ПРАКТИЧНА РОБОТА 8

ОСОБЛИВОСТІ ПІДВИЩЕННЯ ВІБРАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ ТУРБОАГРЕГАТУ

Мета роботи: метою практичної роботи є вивчення особливостей підвищення вібраційної надійності турбоагрегату.

Задачі:

1. Оволодіти лекційним матеріалом відповідно до теми заняття.
2. Опрацювати методику підвищення вібраційної надійності турбоагрегату.

Необхідно знати: будову основного та допоміжного обладнання турбоагрегату.

Необхідно вміти: застосовувати методику підвищення вібраційної надійності турбоагрегату.

Системи вібромоніторингу та діагностики широко використовуються в різних галузях промисловості. Зокрема, вібромоніторинг та контроль вібрації дозволяє не лише відслідковувати вібростан різних машин та обладнання, а й дозволяють з'ясувати причини зміни даних, усунути дефекти, несправності, поломки.

Система безперервного контролю вібрації вітчизняного виробництва

Компанія СКБ Вібрації та Ресурсу пропонує Вашій увазі систему безперервного контролю «Пульс». Це сучасна розробка, яка дозволяє здійснити вібромоніторинг різних систем та обладнання. Установка може використовуватися для турбогенераторів, підшипників, будівельних конструкцій, поршневих компресорах, контролю витоків, для гідроагрегатів, і навіть АЕС, ТЕС та інших промисловостях.

Система безперервного контролю вібрації дозволяє стежити за станом турбогенераторів у процесі експлуатації. Контроль здійснюється в різних режимах під час експлуатації: пуск, зупинка, валоповорот, стаціонарний режим або різні рівні навантаження. Крім цього, система дозволяє прогнозувати розвиток змін вібросостояння роторів, валів, підшипників.

Особливості та переваги системи вібромоніторингу «Пульс»

Система контролю вібрації автоматизована та підходить для тепломеханічних величин. Система «Пульс» рекомендується для оснащення турбогенераторів потужністю 100-800 МВт, а також підходить для допоміжного обладнання ТЕС, підприємств нафтогазової та інших промисловостей.

Система «Пульс» забезпечує:

- контроль вібрації та тепломеханічних величин;
- сигналізація;
- захист;
- аналіз та діагностика причин зміни вібрації.

Варто зазначити, що система відповідає вимогам Правил технічної експлуатації АСВС відповідає вимогам Правил технічної експлуатації електричних станцій та мереж ГKD 34.20.507-2003, ГОСТ 25364-97 та ГОСТ 27165-97.

Система безперервного контролю вібрації дозволяє:

- безперервний контроль турбогенератора на різних режимах;
- виявлення та прогнозування змін роторів, валів, підшипників;
- оцінка прояву дефектів та несправностей.

Унікальність системи «Пульс»:

- контроль та аналіз параметрів у безперервному режимі;
- експлуатаційна невибагливість датчиків;
- датчики можуть встановлюватись до 200 м від шафи управління;
- оцінка та діагностування режиму вібрації турбогенератора у різних експлуатаційних режимах;
- можлива примусова зупинка турбін;
- можливість контролю крутильних деформацій валу;
- оперативна комп'ютеризована обробка даних.

Варто зазначити, що для кожного конкретного турбоагрегату система «Пульс» комплектується індивідуальною апаратурою, яка підходить для вирішення конкретного завдання, розробляється індивідуальна схема підключення і конфігурація ПЗ. Наявність власної технічної бази дозволяє реалізувати індивідуальну комплектацію та нестандартну апаратуру.

Також наша компанія реалізує великий асортимент обладнання для вібромоніторингу: датчик для вимірювання вібрації машин, що обертаються, вібростенди, контрольно-вимірювальне обладнання. Ознайомитись з повним асортиментом можна у нашому каталозі. Вся продукція завжди є на складі. Для замовлення звертайтеся за контактними номерами, що вказані на сайті компанії.

Підвищення вібраційної надійності турбоагрегатів забезпечується комплексним підходом: точним балансуванням роторів, оптимізацією жорсткості опор і фундаментів, контролем центрівки, використанням систем вібромоніторингу для діагностики в реальному часі та оптимізацією режимів роботи. Це запобігає резонансам, знижує напруження в металі та запобігає передчасним руйнуванням.

Основні принципи підвищення вібраційної надійності:

- Динамічне балансування роторів: Найважливіший захід, що полягає у зменшенні неврівноважених мас, які викликають відцентрові сили та вібрацію.
- Управління жорсткістю та демпфуванням: Налаштування конструкції опор та підшипників таким чином, щоб їхні власні частоти не збігалися з частотами обертання ротора (уникання резонансних зон).
- Забезпечення точності центрівки: Правильне з'єднання валів (центрування) між турбіною та генератором для мінімізації зусиль у муфтах.
- Автоматизований вібромоніторинг: Використання сучасних стаціонарних систем для постійного вимірювання рівня вібрації, спектрального аналізу та діагностики технічного стану в реальному часі.

- Оптимізація гідродинамічних характеристик: Удосконалення конструкції ущільнень та підшипників для стабілізації масляної плівки, що знижує вібрацію, спричинену робочим середовищем.

- Контроль термонапружень: Забезпечення рівномірного прогріву при пусках та зупинках, оскільки температурні деформації можуть викликати вібрацію.

Впровадження цих принципів дозволяє істотно зменшити динамічні навантаження, підвищити безпеку експлуатації та продовжити ресурс турбоагрегатів.

ПРАКТИЧНА РОБОТА 9

РЕЖИМ РОБОТИ ОБЛАДНАННЯ В ЗМІШАНИХ РЕЖИМАХ

Мета роботи: метою практичної роботи є вивчення режиму роботи в змішаних режимах.

Задачі:

1. Оволодіти лекційним матеріалом відповідно до теми заняття.
2. Опрацювати методику вивчення режиму роботи в змішаному режимі.

Необхідно знати: будову основного та допоміжного обладнання паротурбінної установки.

Необхідно вміти: застосовувати методику режиму роботи в змішаному режимі.

Щоб розібрати роботу обладнання в змішаних режимах глибше, варто розділити це питання на технічний, експлуатаційний та економічний аспекти. Такий режим – це завжди компроміс між продуктивністю та надійністю.

Ось детальний аналіз ключових процесів:

1. Перехідні процеси та динамічні навантаження
 - Коли обладнання змінює режим (наприклад, зміна швидкості двигуна або перемикання гідравліки), система виходить зі стану рівноваги.
 - Механіка: Виникають інерційні удари, вібрації та резонанси. Це призводить до втомного руйнування металу та швидкого зносу підшипників.
 - Терміка: Нерівномірне нагрівання спричиняє термічні напруження. Матеріали розширюються з різною швидкістю, що може порушити герметичність з'єднань.

2. Проблема керування (Гібридні системи)

- У змішаних режимах класичні лінійні алгоритми керування часто стають неефективними.
- Нелінійність: Система може поводитися передбачувано в режимі «А» і режимі «Б», але абсолютно хаотично в момент переходу між ними.
- Похибка «мертвої зони»: При низьких навантаженнях датчики можуть давати велику похибку, а при пікових – запізнюватися з реакцією. Це вимагає впровадження інтелектуальних систем (на основі ШІ або нечіткої логіки).

3. Електромагнітна та сигнальна сумісність

Якщо мова про електроніку, то змішаний режим (Analog-to-Digital) – це головне джерело проблем.

- Низькочастотні перешкоди: Потужне силове обладнання під час пуску створює сплески, які «забивають» слабкі сигнали від датчиків.
- Гармоніки: Робота на неповну потужність (через частотні перетворювачі) створює вищі гармоніки в мережі, що гріє трансформатори та заважає роботі сусідніх приладів.

4. Ресурс та енергоефективність

Знос: Один запуск двигуна за рівнем зносу може дорівнювати кільком годинам безперервної стабільної роботи. Змішаний режим з частими циклами «старт-стоп» скорочує термін служби обладнання у 2-3 рази.

ККД: Кожна машина має свою «солодку точку» (sweet spot) – діапазон навантаження, де ефективність максимальна (зазвичай 70-80%). У змішаному режимі обладнання часто працює в зонах низького ККД, де енергія витрачається на пусте тертя або нагрів.

5. Ризики безпеки

Більшість аварій стається саме під час переходу з одного режиму на інший. Автоматика захисту повинна бути налаштована так, щоб відрізнити «нормальний перехідний сплеск» від реальної аварії (наприклад, короткого замикання).

ПРАКТИЧНА РОБОТА 10

ФОРМУВАННЯ ЗВІТУ З ОБСТЕЖЕННЯ ТЕПЛОВИХ МЕРЕЖ

Мета роботи: метою практичної роботи є вивчення особливостей звітної документації з обстеження теплових мереж.

Задачі:

1. Оволодіти лекційним матеріалом відповідно до теми заняття.
2. Опрацювати методику формування звітної документації з обстеження теплових мереж.

Необхідно знати: будову основного та допоміжного обладнання паротурбінної установки.

Необхідно вміти: застосовувати методику особливостей звітної документації з обстеження теплових мереж.

Формування звітної документації за результатами обстеження теплових мереж – це процес створення пакету технічних документів, який включає дефектні акти, відомості дефектів, результати інструментальних вимірювань (тепловізійний контроль, ультразвукова діагностика, шурфування) та аналіз технічного стану для планування ремонтів.

Ось детальний алгоритм, структура та вимоги до формування такої документації:

1. Нормативна база. Звіти мають спиратися на чинні галузеві нормативи, зокрема:

- Правила технічної експлуатації теплових установок і мереж (затверджені наказом Мінпаливенерго № 197).
- ДБН В.2.5-39:2008 – Інженерне обладнання будинків і споруд. Теплові мережі.

2. Типова структура звіту

Комплексний звіт про результати обстеження складається з наступних розділів:

- Титульний аркуш: Найменування об'єкта обстеження, замовник, виконавець робіт (із зазначенням ліцензій/сертифікатів), дата складання.
- Вступ (Загальні положення): Підстава для проведення обстеження (договір, наряд-заказ), мета роботи, склад комісії або експертної групи.
- Технічна характеристика мережі: Діаметр трубопроводів, протяжність ділянки, тип прокладки (підземна/надземна), вид ізоляції, рік введення в експлуатацію.
- Методики обстеження: Опис інструментальних та візуальних методів, що використовувалися (шурфування, телеінспекція, вимірювання товщини стінок, тепловізійна зйомка).

Результати обстеження та виявлені дефекти:

- Стан будівельних конструкцій теплових камер.
- Наявність корозії металу, пошкоджень ізоляційного шару.

- Факти підтоплень, витоків теплоносія.
- Результати вимірювань товщини металу, якщо проводилося ультразвукове обстеження.

- Висновки та рекомендації: Оцінка технічного стану (працездатний, обмежено працездатний, аварійний). Перелік першочергових заходів для усунення недоліків.

3. Основні додатки до звіту. Жоден звіт не вважається повним без підтверджувальної документації. До нього обов'язково додаються:

- Акти шурфування (із зазначенням фактичного стану трубопроводу та ізоляції у розкритому місці).

- Дефектні відомості / Акти обстеження із детальним переліком ділянок, що потребують заміни або ремонту.

- Фото- та відеоматеріали (фотографії дефектів, термограми з прив'язкою до місцевості).

- Протоколи вимірювань / Висновки неруйнівного контролю.

4. Електронна звітність (для балансоутримувачів та операторів). Якщо ви є суб'єктом господарювання у сфері тепlopостачання, крім внутрішніх технічних актів, передбачено подання обов'язкової звітності. Відповідні форми, затверджені НКРЕКП, подаються у встановлені строки. Статистична звітність щодо постачання та використання енергії (зокрема форма №1 І-МТП) подається до органів державної статистики виключно в електронному вигляді через Кабінет респондента Держстату.

Під час підготовки звіту обов'язково користуйтеся типовими формами актів та паспортів, наведеними в Інструкції з організації проведення огляду технічного стану енергетичних підприємств, щоб звітність повністю відповідала вимогам державних інспекцій.

Аналіз звітної документації за результатами обстеження теплових мереж – це комплексна оцінка технічного стану інженерних комунікацій для виявлення дефектів, мінімізації втрат теплоносія та запобігання аварійним ситуаціям.

Процес аналізу охоплює наступні ключові етапи та аспекти:

1. Перевірка повноти вихідних даних. Аналіз проектної та виконавчої документації: Звіряються фактичні параметри мережі (матеріали труб, діаметри, ізоляція, трасування) із затвердженими проектними даними.

Попередні ремонти та експлуатаційні журнали: Оцінюється історія попередніх аварій, відмов обладнання та скарг споживачів.

2. Ключові показники для оцінки. Під час аналізу вивчаються результати інструментальних та візуальних обстежень:

- Втрати теплової енергії та теплоносія: Зіставлення фактичних (нормативних) та проектних параметрів.

- Стан ізоляційного шару: Виявлення ділянок із пошкодженою або відсутньою теплоізоляцією (часто фіксується за допомогою тепловізійної зйомки).

- Гідравлічний режим: Оцінка перепадів тиску, наявності засмічень чи відкладень у трубопроводах.

- Стан запірно-регулюючої арматури та насосного обладнання: Визначення ступеня зносу, наявності корозії та герметичності засувки і клапанів.

3. Класифікація виявлених дефектів. На основі дефектної відомості формується перелік недоліків, які прийнято поділяти за ступенем критичності:

Критичні (аварійні): Вимагають негайного усунення (наприклад, витіки на магістралях, значне стоншення стінок труб через корозію).

Планові (експлуатаційні): Дефекти, що потребують заміни у найближчий міжопалювальний сезон (заміна сальників, часткове відновлення ізоляції).

Потенційні: Ділянки, що вимагають посиленого моніторингу, оскільки вони наближаються до граничного терміну експлуатації.

4. Фінальні рекомендації звіту. Головним завданням аналізу є складання плану подальших дій:

- Складання списку першочергових капітальних та поточних ремонтів із попередньою оцінкою кошторису.

Пропозиції щодо модернізації системи (наприклад, перехід на попередньо ізольовані (ПІ) труби, встановлення балансувальних клапанів).

Для регламентації процесу проведення таких обстежень, розрахунків та оформлення звітів варто спиратися на офіційну нормативну базу та профільні Накази Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. Якщо вам потрібна допомога з розшифровкою конкретних цифр, розрахунком тепловтрат або складанням дефектної відомості, надайте вихідні дані з вашого звіту.

ПРАКТИЧНА РОБОТА 11

ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ НАЛАГОДЖЕННЯ СИСТЕМ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

Мета роботи: метою практичної роботи є вивчення основних параметрів системи гарячого водопостачання для виконання налагодження системи.

Задачі:

1. Оволодіти лекційним матеріалом відповідно до теми заняття.
2. Опрацювати методику визначення основних параметрів для проведення налагодження системи гарячого водопостачання.

Необхідно знати: будову систем гарячого водопостачання.

Необхідно вміти: застосовувати основні параметри для виконання налагодження системи гарячого водопостачання.

Основні показники систем гарячого водопостачання (ГВП) – це сукупність параметрів, які визначають якість послуги, безпеку для споживача та енергетичну ефективність роботи обладнання.

1. Температурні показники.

Температура в точці розбору: Згідно з державними стандартами, температура гарячої води на виході з крана повинна становити від 50°C до 75°C.

Температура нагріву (джерело): Для запобігання розвитку бактерій (наприклад, легіонели), вода в системі централізованого підігріву повинна підтримуватися на рівні не нижче 60°C.

2. Якісні показники (санітарні норми).

Якість води: Гаряча вода, що подається у внутрішні мережі, повинна повністю відповідати вимогам до питної води.

Жорсткість: Цей показник не повинен перевищувати 7 мг-екв/л. Вища жорсткість призводить до швидкого утворення накипу на теплообмінниках та сантехніці.

Хімічний склад: Вміст розчинених газів (наприклад, вільного кисню та вуглекислоти) суворо контролюється, щоб уникнути корозії труб та обладнання.

3. Гідравлічні показники.

Тиск у системі: Робочий тиск повинен забезпечувати вільний вилив води на будь-якому поверсі будівлі. Нормальний тиск для багатоквартирних будинків зазвичай становить від 1,5 до 4,5 бар (залежно від поверховості та схеми розводки).

Час очікування: З моменту відкриття крана гаряча вода повинна потекти максимум за 2 хвилини.

4. Енергетичні та експлуатаційні показники.

Витрата теплоносія та енергії: Визначає обсяг газу, вугілля або електроенергії, необхідний для підігріву 1 м^3 води з температури подачі холодної води (близько $5\text{--}10^\circ\text{C}$) взимку) до необхідних 60°C .

Циркуляція: Для стабільної роботи системи ГВП критично важливим є показник постійної циркуляції гарячої води в мережі. Він забезпечує стабільну температуру і відсутність необхідності щоразу зливати охолоджену воду. Це фіксується як витрата тепла на «функціонування внутрішньобудинкової системи ГВП».

Якщо ви досліджуєте питання економії чи нарахувань за комунальні послуги, корисно знати, що соціальний норматив споживання в Україні становить $1,6$ куб. метра гарячої води на одну особу на місяць для розрахунку пільг та субсидій. Передавати показання лічильників необхідно з 25-го до останнього числа кожного місяця через системи на зразок Центру комунального сервісу.

Витрата води на гаряче водопостачання житлових будинків повинна забезпечуватися на підставі встановлених норм. Якість води, що подається в системи гарячого водопостачання, має відповідати вимогам ДБН.

Температура води, яка подається до водорозбірних точок (кранів, змішувачів), повинна становити не менше ніж 60°C у відкритих системах гарячого водопостачання і не менше ніж 50°C – у закритих. Температура води в системі гарячого водопостачання повинна підтримуватися за допомогою автоматичного регулятора, установлення якого в системі гарячого водопостачання є обов'язковим. Температура води на виході з водонагрівника системи гарячого водопостачання повинна вибиратися відповідно до умов забезпечення нормованої температури в водорозбірних точках, але не більше ніж 75°C . Інженерно-технічні працівники й робітники, які обслуговують систему гарячого водопостачання, зобов'язані вивчити систему в робочому стані й за кресленнями; забезпечити справну роботу системи, усуваючи виявлені недоліки.

Інженерно-технічні працівники зобов'язані проінструктувати мешканців обслуговуваних будинків щодо необхідності своєчасно повідомляти щодо витоків й шумів в водопровідній арматурі, щодо економного витрачання гарячої води та контролювати виконання цих вимог.

Системи гарячого водопостачання будівлі, а також трубопроводи внутрішньоквартирної мережі після закінчення ремонту потрібно вивчити на тиск, що становить $1,25$ робочого, але не більше ніж $1,0$ МПа (10 кгс/см^2) і не менше ніж $0,75$ МПа ($7,5\text{ кгс/см}^2$).

Роботи щодо ремонту систем гарячого водопостачання повинні виконуватися відповідно до проєкту й вимог інструкцій і правил. Зазвичай у системах застосовують оцинковані труби. Магістралі та підведення системи необхідно прокладати з нахилом не менше ніж $0,002$ із підвищенням у бік точок водорозбирання, без утворення прогинань. У конструкції підвішування кріплень і рухомих опор для трубопроводів необхідно передбачити вільне переміщення труб під впливом змінювання температури.

Після ремонту систему необхідно випробувати за участю особи, відповідальної за безпечну експлуатацію, та скласти відповідний акт.

На введенні системи гарячого водопостачання в будівлю потрібно встановити запірну арматуру й прилади обліку теплової енергії та теплоносія (термометри й манометри) до і після засувки. Тиск у системі має підтримуватися на 0,05...0,07 МПа (0,5...0,7 кгс/см²) вище за статичний тиск. Водонагрівники та трубопроводи повинні бути постійно наповненими водою.

Основні засувки й вентиля, призначені для відімкнення й регулювання системи гарячого водопостачання, необхідно два рази на місяць відкривати й закривати. Відкривання й закривання зазначеної арматури необхідно проводити повільно. Застосовувати газові кліщі й обрізки труб для відкривання засувки, вентилів і кранів не можна.

У процесі експлуатації необхідно стежити за відсутністю витікань у стояках, підведеннях до запірної-регулювальної та водорозбірної арматури, усувати причини, що приводять до їхньої несправності і витікання води.

Оглядати системи гарячого водопостачання потрібно згідно з графіком, затвердженим фахівцями організації з обслуговування житлового фонду, результати огляду заносити в журнал.

Дію автоматичних регуляторів температури й тиску систем гарячого водопостачання потрібно перевіряти не менше ніж один раз на місяць. У разі частого потрапляння в регулятори сторонніх предметів на підвідних трубопроводах необхідно встановити фільтри.

Щоб зменшити тепловтрати потрібно ізолювати стояки систем гарячого водопостачання ефективним теплоізоляційним матеріалом. Установлення датчиків температури й тиску для контролю роботи систем гарячого водопостачання потрібно супроводжувати виведенням сигналів на диспетчерський пункт. На введенні системи гарячого водопостачання необхідно встановити прилади обліку (тепло- або водолічильники), покази виводити на пульт диспетчерського пункту.

На трубопроводах, які обслуговують окремі групи приладів, і на підведеннях до газових водонагрівачів установлювати діафрагми й регулятори не можна. Калібр і межі вимірювання водолічильника повинні відповідати максимальній і мінімальній кількості води, що надходить на водорозбір.

У разі завищення обсягів води, що проходить через водомір, необхідно замінити його на водомір з необхідними межами вимірювання й допустимого перепаду тисків на ньому.

Пристрої водопідготовки для систем гарячого водопостачання мають бути справними й експлуатуватися відповідно до розроблених проектною організацією рекомендацій або інструкцій заводу-виготовлювача.

Щоб уникнути утворення відкладень у трубах і устаткуванні, а також для захисту їх від внутрішньої корозії воду додатково обробляють: іонний обмін, термічна і вакуумна деаерація, магнітне оброблення, електрохімічний захист і хімічне оброблення.

Метод іонного обміну базується на пропусканні води через фільтрувальний іонообмінний матеріал (глауконіт, сульфовугілля, синтетичні смоли), унаслідок чого досягається значне пом'якшення води.

Термічна деаерація передбачає нагрівання води парою до 100...110°C у деаераторах, унаслідок чого з води інтенсивно виділяються розчинені гази й кисень.

Вакуумна деаерація базується на створенні десорбції у вакуумному середовищі, вода проходить через ежектор і газовідділювач у деаераційну головку, де утворюється вакуум і здійснюється відсмоктування газів, які виділилися з води.

Магнітне оброблення води запобігає утворенню твердих відкладень і сприяє зменшенню кількості розчиненого у воді кисню, знижуючи агресивні властивості води.

Електрохімічний захист передбачає знекиснення води електролізом із застосуванням перфорованих металевих (катод) і алюмінієвих (анод) електродів, через які пропускають постійний струм із напругою 8...12 В.

Хімічні методи оброблення води для систем гарячого водопостачання передбачають застосування різних добавок. Уведення розчину гексаметафосфату натрію не тільки запобігає випадінню з води карбонатів кальцію і магнію, а й значно зменшує корозію труб.

Зупинки в подаванні гарячої води на верхніх поверхах іноді виникають у разі установавання циркуляційних насосів із завищеною потужністю. Такі насоси сприяють збільшенню циркуляційних витрат в розподільних магістральних трубопроводах і стояках, унаслідок чого спостерігаються втрати тиску в мережі й у кінцевих точках магістральних трубопроводів та стояків, а вода не доходить до верхніх поверхів. Щоб усунути ці несправності, потрібно зменшити циркуляційні витрати води, прикривши засувки або встановивши насоси з меншою потужністю.

Витікання гарячої води в холодний водопровід або навпаки виникає за наявності різних тисків у холодному й гарячому водопроводах, а також дефектів у перегородках або прокладках змішувача. Витікання в трубопроводах гарячої води спостерігається частіше, ніж холодної. Це обумовлено тим, що корозія труб гарячою водою відбувається значно інтенсивніше, ніж холодною. Найінтенсивніша корозія відбувається в місцях пошкодження цинкового покриття труб (вигини, зварні шви).

У разі порушення циркуляції води в системах необхідно прикрити вентиля на циркуляційних стояках між водонагрівачем і місцем, де знижується температура. Регулювання виконують у години мінімального водоспоживання. Якщо температурний режим відрегулювати не вдається, на циркуляційних трубопроводах встановлюють регулятори температури.

У поточний ремонт гарячого водопроводу, на відміну від холодного, входять очищення водонагрівачів від накипу, ремонт циркуляційних насосів, теплоізоляція трубопроводів. Капітальний ремонт гарячого водопроводу включає демонтаж експлуатованої системи і монтаж нових водонагрівачів, насосів, трубопроводів і арматури. Під час ремонту циркуляційних насосів на

спускному патрубку встановлюють грязьовик із засувкою. Ступінь забрудненості грязьовика контролюють манометрами, що розміщується до й після нього. У разі різниці показів манометрів 0,05 МПа і більше грязьовик необхідно промивати.

ПРАКТИЧНА РОБОТА 12

ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ НАЛАГОДЖЕННЯ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ

Мета роботи: метою практичної роботи є вивчення основних параметрів системи опалення для виконання налагодження системи.

Задачі:

1. Оволодіти лекційним матеріалом відповідно до теми заняття.
2. Опрацювати методику визначення основних параметрів для налагодження систем опалення.

Необхідно знати: будову систем опалення.

Необхідно вміти: застосовувати основні параметри для виконання налагодження системи опалення.

Головні організаційно-технічні вимоги щодо експлуатації систем опалення визначені в пріоритетному нормативно-технічному документі – Правилах технічної експлуатації теплових енергоустановок, вимоги і порядок технічного обслуговування і ремонту житлового фонду, зокрема інженерного обладнання. Це найважливіші нормативні документи для керівників місцевих адміністрацій, підприємств житлово-комунального господарства й енергопідприємств.

Під час експлуатації систем опалення підприємства тепломереж повинні забезпечувати надійність теплопостачання споживачам, подавання їм теплоносіїв (води, пари) з витратою і параметрами, що відповідають температурному графіку регулювання.

Окрім того, можуть виникати несправності систем опалення, головними з яких є зниження температури в опалюваних приміщеннях порівняно з розрахунковими й пошкодження герметичності елементів систем.

Зниження температури в приміщенні може спричинитися порушенням циркуляції теплоносія, несправністю вузлів управління, самовільним або незадовільним підімкненням нових опалювальних приладів і арматури. Перше порушення виникає в разі засмічення стояків, підведення до нагрівальних приладів, потрапляння в систему повітря, її заморожування, допущення помилок під час монтажу системи опалення, її труб, арматури, її несправності або розрегульованості.

«Заповітрювання» системи ліквідують шляхом відкриття повітроспускних кранів до тих пір, коли повітря повністю не вийде із системи. Під час розрегулювання системи опалення, що призводить до нерівномірного нагрівання приладів у різних частинах будівлі, виконують її відповідне регулювання, налагодження й доведення параметрів до нормативних. Зниження тиску в системі зазвичай ліквідують шляхом усунення витоків в обладнанні, приладах і трубопроводах.

До поточного ремонту системи водяного опалення входять: усунення витоків; замінення окремих секцій опалювальних приладів; утеплення труб і приладів; укріплення підвісок і гачків; усунення несправностей у вузлах управління; перевірення і замінення несправних контрольно-вимірювальних приладів (далі – КВП); промивання та чищення розширювальних бачків, запірної і регулювальної арматури, повітрозбірників; промивання системи (щорічно після закінчення опалювального сезону) і її регулювання, налагодження.

Під час капітального ремонту опалювальних водяних систем перекладають трубопроводи, замінюють або ремонтують нагрівальні прилади, водонагрівачі, насоси, котли, вузли управління.

Після промивання, випробування й здавання опалювальної системи її консервують до початку нового опалювального сезону, для чого заповнюють очищеною водою з теплової мережі. Варто пам'ятати, що на літній період систему водяного опалення потрібно залишати заповненою водою, оскільки її спорожнення призводить до посилення внутрішньої корозії і висихання ущільнювача в різьбових з'єднаннях. Перед початком опалювального періоду цю воду спускають, а систему промивають, швидко замінюючи в ній воду.

На початку опалювального сезону систему водяного опалення відповідним чином регулюють. Відкривають засувки на введенні в систему і подають теплоносії з тепломережі в трубопроводи та нагрівальні прилади. Потім проходять уздовж трубопроводів, перевіряючи нагрівання нижніх точок усіх стояків. На «небезпечних» точках закривають крани, поступово домагаючись однакової температури зворотної води у всіх стояках.

Після цього досягають рівномірного нагрівання опалювальних приладів по поверхах, перекриваючи крани у перегрітих приладах. До того ж температуру встановлюють усередині секції нагрівальних приладів, найбільше віддаленої від стояка. Теплове випробування вважається завершеним, якщо температура в приміщеннях відхиляється від розрахункової в межах $1...2^{\circ}\text{C}$.

Дані щодо середніх за опалювальний період температур зовнішнього повітря й тривалості цього періоду в певному регіоні (місті) уможливають проведення відповідних розрахунків витрат тепла на роботу системи опалення та здійснення її якісного регулювання за розробленим графіком теплопостачання. Дуже важливими є розроблення й упровадження заходів щодо зниження витрат тепла, забезпечення енергозбереження в системах опалення, зокрема використання автоматичних опалювальних приладів і обладнання, виконання завдання якісної експлуатації об'єктів теплопостачання, дотримання правил і регламентів діагностування, технічного утримання, обслуговування, ремонту обладнання та приладів.

Експлуатація системи теплопостачання житлового будинку з автономною котельнею повинна забезпечувати підтримання:

- оптимальної (не нижче допустимої) температури повітря в опалювальних приміщеннях;

- температури води, що надходить і яку повертатимуть із системи опалення згідно з графіком регулювання температури води в системі опалення;

- необхідного тиску (не вище допустимого) в прямому і зворотному трубопроводах системи; – необхідної температури й тиску води на гаряче водопостачання відповідно до встановлених норм.

Тиск газу в газопроводі в приміщенні котельні не повинен перевищувати 5 кПа. Котельня експлуатується без постійного перебування обслуговувального персоналу. Стан обладнання котельні необхідно постійно контролювати, забезпечуючи її стале функціонування (не менше 1 разу на добу). За наявності системи диспетчеризації покази приладів виносяться на диспетчерський пульт. Устаткування, КВП і автоматики автономної (дахової) котельні необхідно ремонтувати за затвердженням графіком спеціалізованої теплопостачальної організації.

У разі зупинки теплогенераторів температуру повітря в приміщенні котельні необхідно підтримувати не нижчою за 10 °С. Вентиляція котельні не повинна залежати від вентиляції будівель. У разі витoku газу з приладів і апаратів, а також несправності автоматики безпеки, димарів, вентиляційних каналів, руйнування оголовків труб відповідні установки необхідно відімкнути від діючого газопроводу, установивши заглушки. Забороняється проводити роботи щодо регулювання й ремонту систем автоматизації, протиаварійного захисту та сигналізації в умовах загазованості.

Монтаж і технічна експлуатація парових систем опалення здійснюються аналогічно до таких у водяних системах. Парові системи опалення з робочим тиском до 0,07 МПа монтують за допомогою гідростатичного методу під тиском 0,25 МПа в нижній точці системи. Після цього ці системи випробують на щільність з'єднання теплопроводів, для чого в них пускають пару за робочого тиску. Після завершення випробувань перевіряють, чи не пропускають пару окремі з'єднання системи.

Водонагрівачі випробують на щільність гідростатичним тиском в 1,25 рази більшим за робочий тиск плюс 0,3 МПа для парової частини.

Усі результати випробувань оформлюють актом приймання системи парового опалення. Результати випробування теплопроводів системи вважаються задовільними, якщо під час їхнього проведення тиск не знизився і не виявлено дефекти.

ПРАКТИЧНА РОБОТА 13

ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ НАЛАГОДЖЕННЯ ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА СИСТЕМ КОНДИЦІОНУВАННЯ

Мета роботи: метою практичної роботи є вивчення основних параметрів вентиляційних систем та систем кондиціонування для виконання налагодження системи.

Задачі:

1. Оволодіти лекційним матеріалом відповідно до теми заняття.
2. Опрацювати методику визначення основних параметрів для налагодження вентиляційних систем та систем кондиціонування.

Необхідно знати: будову систем вентиляції та кондиціонування.

Необхідно вміти: застосовувати основні параметри для виконання налагодження вентиляційних систем та систем кондиціонування.

Оцінка технічного стану димоходів, газоходів, вентиляційних каналів.

Щоб оцінити технічний стан димоходів, газоходів та вентиляційних каналів, перевіряють їхню прохідність, для чого в них опускають вантаж кулястої форми з діаметром 100...110 мм і вагою не більше ніж 2 кг. Вантаж повинен легко проходити до фундаменту каналів. Якщо в процесі опускання вантажу виявляють непереборні місцеві перешкоди, то придатність каналів перевіряється за кількістю повітря, що видаляється з них. Канали повинні забезпечувати видалення необхідної кількості повітря.

Канали також перевіряють на щільність і відокремленість. Перевірення здійснюється за допомогою диму. Якщо під час перевірення в сусідніх каналах з'являється дим, то це свідчить про їхню нещільності.

Технічний стан систем вентиляції оцінюється на підставі результатів обстеження санітарно-гігієнічного стану приміщень та параметрів роботи систем вентиляції. Обстеження санітарно-гігієнічного стану приміщень передбачає визначення температури, відносної вологості, швидкості руху й чистоти повітря (загазованості).

Обстеження проводиться за номінального завантаження устаткування після виконання всіх заходів щодо усунення дефектів, виявлених унаслідок візуального обстеження систем вентиляції. Режим роботи системи вентиляції повинен відповідати проєктній.

Для визначення температури в приміщеннях використовують таровані термометри з ціною поділки не більше ніж 0,2°C або термоанемометри. Для визначення температури повітря в робочій зоні приміщення термометри встановлюються на відстані 1,5 м від підлоги. Покази термометрів потрібно знімати не раніше ніж через 5 хв після їхнього встановлення.

Відносну вологість повітря в приміщенні вимірюють психрометром за різницею показів сухого й мокрого термометрів за допомогою спеціальних таблиць, номограм або I-d-діаграми вологого повітря.

Відносну вологість вимірюють в робочій зоні приміщення на рівні 1,5 м від підлоги. Рекомендується витримувати прилад у приміщенні після заливання його водою протягом 15 хв до початку вимірювань.

Швидкість руху повітря в приміщенні визначають термоанемометром, який встановлюють на відстані 1,5 м від підлоги.

Аналіз повітря робочих приміщень проводиться в зоні дихання, яка розташована в радіусі 0,5 м від працівника. Під час проведення аналізів 90 рекомендується використовувати газоаналізатор, що уможливило проведення відбирання проб повітря і аналізу одночасно.

Метеорологічні умови обстежують на постійних робочих місцях і в місцях можливого перебування обслуговувального персоналу. Кількість проб повітря, яке одночасно відбирають у цих точках, має становити не менше двох. У разі отримання істотної різниці результатів аналізу двох відібраних проб повітря в одній точці таке відбирання необхідно повторити.

Після проведення санітарно-гігієнічного обстеження приміщень обстежують ефективність роботи мереж повітропроводів.

Перед початком обстеження вентиляційних систем перевіряється наявність:

- пристроїв для регулювання продуктивності вентиляційних установок;
- умовного позначення й порядкового номера вентиляційної установки на кожусі вентилятора або на повітроводі;
- сіток, які запобігають потраплянню в систему сторонніх предметів, на отворах відсмоктування повітря витяжних вентиляційних систем;
- заземлення повітропроводів.

Вентилятори перевіряють на відповідність фактичного режиму їхньої роботи характеристикам за каталогом і розрахунковими даними. Щоб встановити фактичний режим роботи вентилятора, визначають кількість переміщуваного ним повітря, повний тиск, що забезпечується вентилятором, частоту обертання його колеса.

Подачу вентилятора визначають за витратою повітря в тому розрізі, у якому доцільніше проводити виміри. Повний тиск, що створюється вентилятором під час його випробування в мережі, знаходять як різницю повних тисків на нагнітанні й усмоктуванні. Тиск до й після вентилятора заміряють у площині фланцевих з'єднань патрубків вентиляторів.

Статичний, динамічний і повний тиски вимірюють мікроманометром із пневмометричною трубкою, диференціальним цифровим манометром із пневмометричною трубкою (напірною трубкою чи трубкою Піто) або іншим мікроманометром.

Аеродинамічні випробування проводять за повністю відкритих дроселювальних пристроїв, наявних як на загальному повітроводі, так і на всіх відгалуженнях від нього. Регулювальні пристрої, вбудовані в конструкції

різних розподільників повітря припливних установок, повинні бути також повністю відкриті.

Під час випробування мережі визначають:

- фактичні витрати повітря в основі всіх гілок мережі, в усіх повітроприймальних і повітровипускних отворах, до й після пилоуловлювальних камер, калориферних установок;
- опір щодо витрат повітря в калориферних установках і місцевих відсмоктувальниках;
- швидкість повітря на виході з припливних отворів;
- кратність повітрообміну.

Під час технічного обслуговування димоходів, газоходів та вентиляційних каналів необхідно:

- утримувати вентиляційні канали та димоходи в технічно справному стані;
- забезпечувати герметичність і щільність димоходів, справний стан і розташування оголовка відносно даху й близько розташованих споруд і дерев поза зоною вітрового підпору;
- забезпечувати справний стан оголовків димових та вентиляційних каналів і відсутність дерев, що створюють зону вітрового підпору.

Організації, відповідальні за технічно справний стан вентиляційних каналів і димоходів, за договорами зі спеціалізованими організаціями повинні забезпечувати періодичні перевірки:

- димоходів: сезонно працюючого обладнання, що використовується перед опалювальним сезоном; цегляних – раз у три місяці; азбестоцементних, гончарних і з жаростійкого бетону – раз на рік; опалювально-варильних печей – три рази на рік (перед початком і під час опалювального сезону, а також навесні);
- вентиляційних каналів приміщень, у яких встановлені газові прилади, – не менше ніж два рази на рік (взимку і влітку).

Після кожного ремонту димоходи та вентиляційні канали необхідно перевіряти й прочищати незалежно від попереднього перевірення та прочищення в терміни, встановлені в актах.

У зимовий період менше ніж один раз на місяць, а в районах північної будівельний-кліматичної зони – не менше ніж два рази на місяць необхідно оглядати оголовки димоходів і вентиляційних каналів, щоб уникнути їхнього обмерзання й закупорювання.

Догляд за системами вентиляції і кондиціонування будівель і споруд.

Догляд за станом систем вентиляції та кондиціонування будівлі (споруди) включає:

- систематичні спостереження;
- поточні періодичні огляди;
- загальні періодичні огляди, що здійснюються спеціальними комісіями, здебільшого два рази на рік – навесні й восени (загальні огляди);
- позачергові огляди, здійснювані спеціальними комісіями після стихійних лих (пожежі, ураганні вітри, землетруси, сильні зливи чи снігопади)

або аварій, а також у разі виявлення аварійного стану систем вентиляції та кондиціонування;

- обстеження спеціалізованими організаціями.

У разі виникнення небезпечних порушень у роботі, а також інших ознак можливого прискореного руйнування систем вентиляції та кондиціонування або їхніх елементів, варто вжити заходів щодо запобігання аварійного стану систем, гарантування безпеки людей й збереження майна і звернутися в спеціалізовану організацію для проведення детального обстеження.

Якщо в процесі виконання будь-яких робіт із нагляду будуть виявлені неприпустимі дефекти або пошкодження, які загрожують безпеці людей або збереженню майна чи грубі порушення правил експлуатації систем вентиляції та кондиціонування будівель (споруд), необхідно:

- обмежити або припинити експлуатацію аварійних ділянок і вжити заходів щодо попередження можливих нещасних випадків;
- вжити заходів щодо негайного усунення причин аварійного стану;
- забезпечити регулярне спостереження за станом пошкоджених елементів силами служби експлуатації або, за необхідності, залучити спеціалізовані організації;
- вжити заходів щодо організації кваліфікованого обстеження аварійних ділянок із залученням фахівців зі спеціалізованих організацій;
- забезпечити якнайшвидше відновлення аварійних ділянок за результатами обстеження і після отримання, за необхідності, проєктнокошторисної документації.

Ремонтно-відновлювальні роботи. Технічне обслуговування систем вентиляції та кондиціонування передбачає комплекс профілактичних заходів щодо підтримання роботоздатності або справності систем загалом, їх частин, обладнання в процесі їхньої експлуатації.

Технічне обслуговування поділяється на щотижневе, регламентоване планово-попереджувальне, нерегламентоване або поточний ремонт, що виконуються за заявками співробітників служби експлуатації, зафіксованими в журналі заявок, а також усунення несправностей, виявлених в процесі повсякденної експлуатації.

Планово-попереджувальне обслуговування включає роботи, що виконуються відповідно до технічної документації в обов'язковому порядку після певного напрацювання або тимчасового інтервалу за заздалегідь затвердженим регламентом, а саме:

- замінення мастила в агрегатах, деяких значущих і легкозамінних деталей, що стали непридатними;
- періодичне технічне обслуговування за спеціальним графіком і регламентом;
- перевірка технічного стану обладнання за допомогою засобів технічної діагностики й візуально.

Роботи планово-попереджувального обслуговування зазвичай супроводжуються зупинкою системи або її частини й проводяться за спеціальним графіком.

Поточний ремонт включає роботи з чищення, регулювання, додавання мастила, замінення швидкозношуваних і легкозамінних деталей. Необхідність цих робіт виявляється під час проведення періодичних оглядів, моніторингу технічного стану за допомогою діагностичних систем і засобів технічного діагностування. Усуваються виявлені недоліки під час технологічних перерв, зазвичай без зупинки роботи систем вентиляції та кондиціонування.

Щотижневе технічне обслуговування передбачає усунення незначних несправностей:

- регулювання триходових кранів;
- дрібний ремонт теплоізоляції;
- розбирання й очищення грязьовиків повітрозбірників;
- зміцнення трубопроводів і повітроводів;
- ревзія підшипникових вузлів;
- перевірення заземлення електрокабелів, замірювання опору ізоляції проводів;
- підживлення систем холодопостачання розчином етиленгліколю й водою.

Під час проведення щоденних оглядів необхідно усунути несправності, що можна зробити під час проведення огляду. Порушення встановленого режиму роботи або виведення з ладу обладнання та приладів передбачають:

- замінення або очищення повітряних фільтрів, фільтрувальних елементів;
- підтягування ременів;
- перевірення наявності тяги в повітроводах;
- перевірення заземлення обладнання (насоси, вентилятори);
- усунення несправностей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Базова:

1. Експлуатація промислового теплоенергетичного устаткування : електронний навчальний посібник комбінованого (локального та мережного) використання [Електронний ресурс] / Резидент Н. В., Ткаченко С. Й., Чепурний М. М. – [Вид. 2-е, перероб. і доп.]. – Вінниця : ВНТУ, 2023. – 142 с.
2. Експлуатація теплоенергетичних установок і систем: Підручник. / За редакцією професора Б.Х. Драганова: - Київ: ЦП «Компринт», - 2017 – 338 с.
3. Правила безпечної експлуатації тепломеханічного обладнання теплових мереж: Затв.-15.11.2001№ 485/Мін. праці України. - Х.: Форт, 2003. – 336 с.

Допоміжна:

4. РД 34.35.615-76 Норми технічного обслуговування технологічних захистів теплоенергетичного обладнання на теплових електростанціях.
5. Клімов С.В. Експлуатація і обслуговування машин: навч. посібник. Рівне: НУВГП, 2010. 218 с.
6. Романовський Г.Ф., Султанський Ю.О., Харченко В.І. Будова, правила технічної експлуатації та обслуговування газотурбінних двигунів: навч. посібник. Миколаїв: Вид-во НУК, 2011. 156 с.
7. Ельтельман Е.М., Ельтельман Л.Е. Експлуатація вентиляційних систем хімічних виробництв. - Л.: Хімія, 2016. – 112 с.
8. Налагодження і регулювання систем вентиляції та кондиціонування повітря: Довід. посібник / Б.А. Журавльов, Г.Я. Загальський, П.А. Овчінніков: Під ред. Б.А. Журавльова. - К.: Будівельник, 2015. – 448 с.
9. Волков О.Д. Проектування вентиляції промислової будівлі. - Харків: Вища шк. 2015. –239 с.
10. Наладка і експлуатація водяних теплових мереж: Довідник/ В.І. Манюк, Я.І. Каплінський, Е.Б. Хиж. - К.: Будівельник, 2016. –432с.
11. Експлуатація теплових пунктів і систем теплоспоживання: Довідник / В.П. Вітальєв, В.Б. Ніколаєв, Н.Н. Сельдін. - К.: Будівельник, 2015. – 623 с.
12. Борщов Д.Я. Експлуатація опалювальної котельні на газоподібному паливі. – К.: Будівельник, 2017. –240с.
13. Драганов Б.Х., Буляндра О.Ф., Міщенко А.В. Теплоенергетичні установки і системи в сільському господарстві / За ред. Б.Х. Драганова. – Київ: Урожай, 1995. – 224 с.

Інтернет ресурси:

14. <https://profiteh.ua/tekhnichna-ekspluatatsiia-teplovykh-ustanovok-ta-merezh/>
15. <https://profiteh.ua/ekspluatatsiia-teplomekhanichnoho-obladnannia/>
16. <https://vzo.com.ua/ua/content/kotelni-ustanovki>
17. <http://energetika.in.ua/ru/books/book-3/part-1/section-2/2-13>
18. <https://bio.ukr.bio/ua/articles/11016/>

Чепіжний Андрій Володимирович
Шевченко Сергій Станіславович
Мороз Костянтин Вікторович
Тимошенко Григорій Андрійович

ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

**Методичні вказівки щодо проведення практичних занять
Частина 2**

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

Підписано до друку: січень, 2026р. Формат А5: Гарнітура Times New Roman
Тираж: 50 примірників Замовлення _____ Умов. друк. арк. 2,1
