

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Київський національний університет будівництва і архітектури

**ГАРЯЧЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ.
ІНДИВІДУАЛЬНИЙ ТЕПЛОВИЙ ПУНКТ**

Методичні вказівки
до виконання лабораторної роботи
для студентів спеціальності
192 «Будівництво та цивільна інженерія».
Освітня програма «Теплогазопостачання і вентиляція»

Київ 2024

УДК 697.34.001.63

Г20

Укладачі: П.М. Гламаздин, доцент;

М.А. Кириченко, канд. техн. наук, доцент;

Н.В.Чепурна, канд. техн. наук, доцент;

Н.А. Швачко, канд. техн. наук, доцент

Рецензент С.В. Барановська, канд. техн. наук, доцент

Відповідальний за випуск: М.А. Кириченко, канд. техн. наук,
доцент, завідувач кафедри

*Затверджено на засіданні кафедри теплотехніки, протокол №3
від 12 жовтня 2022 року.*

В авторській редакції.

Гаряче водопостачання. Індивідуальний тепловий пункт :
Г20 методичні вказівки до виконання лабораторної роботи / уклад. :
П.М. Гламаздин, М.А. Кириченко, Н.В. Чепурна та ін. – Київ : КНУБА,
2024. – 48 с.

Містять методику виконання лабораторної роботи, знайомлять студентів з обладнанням і принципом роботи індивідуального теплового пункту, сприяють глибшому засвоєнню теорії та набуттю практичних навичок.

Призначені для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія», освітня програма «Теплогазопостачання і вентиляція» денної та заочної форм навчання.

© КНУБА, 2024

Зміст

Загальні положення.....	4
1. Правила охорони праці та протипожежної безпеки під час проведення лабораторних робіт.....	4
1.1. Загальні положення.....	4
1.2. Що робити у разі ураження людини електричним струмом.....	5
1.3. Заходи протипожежної безпеки.....	6
2. Умови успішного захисту лабораторної роботи.....	7
Лабораторна робота № 1. «Обладнання лабораторного навчального стенду»	8
1. Теоретичні відомості.....	8
2. Лабораторний стенд.....	17
2.1. Схема стенду.....	17
2.2. Контрольно-вимірювальні прилади та прилади автоматичного управління.....	18
2.2.1. Автоматичний електронний регулятор.....	19
2.2.2. Температурні датчики.....	21
2.2.3. Регулюючі органи.....	22
2.2.3.1. Клапани з електроприводами.....	22
2.2.4. Автоматичні регулятори прямої дії.....	24
2.2.4.1. Регулятори перепаду тиску.....	25
2.2.4.2. Перепускні клапани.....	26
2.2.5. Контрольно-вимірювальні прилади.....	27
2.2.5.1. Витратоміри.....	27
2.2.5.2. Термометри.....	28
2.2.5.3. Манометри.....	29
2.2.5.4. Термоманометри.....	30
2.2.6. Алгоритм автоматичного регулювання споживання теплової енергії..	32
3. Етапи проведення роботи.....	33
4. Оформлення та захист лабораторної роботи.....	34

Запитання для самоконтролю.....	34
Список використаних джерел.....	36
Додаток 1.....	37
Додаток 2.....	38
Додаток 3.....	46

Загальні положення

Лабораторні роботи поряд з практичними заняттями закріплюють теоретичні знання, здобуті в ході лекційного курсу дисципліни «Теплопостачання» і «Гаряче водопостачання», сприяють набуттю практичних навичок і знань.

У процесі проведення лабораторних робіт студенти знайомляться з:

– лабораторним стендом, який моделює роботу індивідуального теплового пункту, що забезпечує роботу систем опалення, вентиляції та гарячого водопостачання;

– показниками, що характеризують роботу теплового обладнання і його окремих елементів;

– основними типами обладнання і вимірювальних приладів індивідуальних теплових пунктів, їхнім призначенням, принципом дії і метрологічними показниками;

– умовними позначеннями елементів індивідуального теплового пункту та системи гарячого теплопостачання згідно з ДБН, ДСТУ, ГОСТом та ЕСКД.

Результати виконання лабораторної роботи подаються у формі звіту, який повинен складатися з таких розділів:

1. Загальний розділ:

– назва роботи;

– мета роботи.

2. Основні теоретичні відомості.

3. Принципова схема лабораторного стенду із зазначенням основних елементів.

4. Інструкція з проведення вимірювань показників роботи теплових пунктів.

1. Правила охорони праці та протипожежної безпеки під час проведення лабораторних робіт

1.1. Загальні положення

До виконання лабораторних робіт можуть бути допущені студенти, які пройшли інструктаж з охорони праці та правил протипожежної безпеки.

У разі невиконання всіх вимог інструкцій з охорони праці та протипожежної безпеки, а також встановлених правил, студенти негайно залишають лабораторію, щоб уникнути нещасних випадків.

Для успішного виконання лабораторних робіт кожен студент повинен:

- Ознайомитися з основними положеннями і розрахунковими формулами лабораторної роботи, її метою і методикою виконання лабораторної роботи, а також схемою і принципами роботи експериментальної установки.

- Тільки після дозволу викладача або лаборанта можна починати виконання лабораторної роботи.

- Загальну послідовність проведення лабораторних робіт виконувати згідно з положеннями методичних вказівок.

- Виконувати вимоги викладача, що веде заняття, і лаборанта.

У разі виявлення поломки або незначної несправності експериментальної установки необхідно повідомити про це лаборанту або викладачеві.

- Після проведення експерименту з лабораторної роботи під наглядом викладача привести експериментальний стенд в початкове положення, відключити від мережі живлення. Залишати аудиторію тільки з дозволу викладача.

- Після закінчення роботи скласти і подати звіт про виконану роботу.

1.2. Що робити у разі ураження людини електричним струмом

Людину, яка зазнала впливу електричного струму, необхідно звільнити від електричної напруги.

Необхідно розімкнути ланцюг за допомогою вимикача, рубильника або штепсельного роз'єму, вивернути пробки або відключити вимикачі на щитку.

Якщо немає можливості швидко розімкнути ланцюг електричного струму, оберніть руку сухою тканиною, візьміться за одяг потерпілого і

відокремте потерпілого від електрокабеля. Або візьміть суху палицю і відкиньте з її допомогою пошкоджений кабель від потерпілого. Потім викликати швидку допомогу (телефон – 103).

Якщо потерпілий знаходиться в свідомості, покладіть його на спину, а ноги постраждалого залиште на висоті 30 см. Якщо потерпілий не приходить до тями, то покладіть його спиною на тверду поверхню. Забезпечте приплив повітря, дайте понюхати нашатирний спирт, збризніть водою, зігрівайте його тіло. У разі значних уражень не можна використовувати холодну воду, щоб не ввести потерпілого в шоківий стан.

Якщо небезпека більше не загрожує ні потерпілому, ні рятувальникам, то не потрібно переносити постраждалого.

1.3. Заходи протипожежної безпеки

- Лабораторні аудиторії, установки та стенди для проведення експериментів, засоби контролю і вимірювання, прилади вимагають акуратності в їх використанні.

- Необхідно підтримувати в справності експериментальні стенди, прилади, засоби вимірювання і контролю за безпечного розташування електричних шнурів, кабелів. Про виявлені несправності експериментального стенду, приладів, засобів вимірювання і контролю необхідно повідомляти викладачеві або лаборанту.

- У лабораторних аудиторіях суворо забороняється:
 - використовувати відкритий вогонь, палити;
 - захаращувати проходи портфелями, одягом, меблями й іншими предметами;
 - приносити з собою в лабораторію пожежонебезпечні і вибухонебезпечні речовини, матеріали;
 - застосовувати електричні нагрівальні прилади, якщо вони не є частиною обладнання;
 - використовувати проводи та кабелі, якщо їхня ізоляція має пошкодження, несправні електроустановки та обладнання;
 - використовувати в роботі несправні рубильники, розетки та інші електроустановки та обладнання;

- користуватися електричними установками і приладами в умовах, що не відповідають вимогам безпеки й інструкціям виробника;
- користуватися несправними електричними установками і приладами.
- Після виконання роботи все: експериментальні стенди, установки, прилади та засоби вимірювання – повинні бути відключені від електричної мережі.

2. Умови успішного захисту лабораторної роботи

Після виконання лабораторних робіт студент повинен підготувати і представити до захисту звіт.

Для успішного виконання лабораторних робіт потрібно дотримуватися такого порядку:

- Необхідно вивчити вимоги правил безпеки під час проведення лабораторної роботи.
- Знати цілі виконання лабораторної роботи.
- Засвоїти принципи роботи експериментального стенду, його пристрій і методику проведення експерименту, а також теоретичні основи проведення експерименту. Зробити ескіз установки з описом і таблицю експериментальних даних.
- Відповісти викладачеві на контрольні запитання та отримати допуск до лабораторної роботи.
- Провести експериментальні дослідження, заповнити таблицю експериментальних даних. Представити викладачеві на перевірку отримані результати експериментів.
- Здійснити необхідну обробку експериментальних даних, провести розрахунки, побудувати графіки. Зробити висновки щодо роботи.
- Скласти звіт за результатами проведеної лабораторної роботи на аркушах формату А4. Необхідно, щоб звіт мав таку форму:
 - титульний аркуш;
 - мета роботи, короткий конспект основних теоретичних відомостей;
 - принципова схема експериментального стенду і принципи його роботи;

- таблиця для внесення фіксації експериментальних даних;
- необхідні розрахункові формули, чисельні розрахунки;
- таблиці отриманих даних та графіки;
- висновки щодо роботи з аналізом отриманих результатів.

Обсяг звіту щодо роботи становить 5–10 сторінок.

• Підготуватися до захисту роботи і осмислити проведену навчально-дослідну лабораторну роботу. Пред'явити викладачеві звіт про виконану лабораторну роботу. Відповісти на контрольні запитання.

Викладач перевіряє роботу, виконану студентом. Після цього проводиться співбесіда зі студентом.

Необхідно, щоб студент добре володів матеріалом і міг пояснювати представлені в роботі результати і висновки. Якщо у викладача в ході захисту роботи виникли зауваження, вони фіксуються на титульному аркуші роботи. Для успішного захисту роботи необхідно усунути недоробки.

Студент не може бути допущений до іспиту з дисципліни, якщо він не виконав і не захистив лабораторні роботи, зазначені в навчальному плані.

Лабораторна робота № 1. «Обладнання лабораторного навчального стенду»

Мета роботи – ознайомлення з лабораторним стендом і принципом його роботи. Вивчення елементів підготовки теплоносія для системи гарячого водопостачання, що входить до складу стенду, а також переліку, характеристик і призначення встановленого обладнання, арматури, приладів і засобів автоматики.

1. Теоретичні відомості

Теплопостачання – система забезпечення теплотою і гарячою водою будівель і споруд.

Завдання теплопостачання полягає в забезпеченні кожного мешканця опаленням, вентиляцією його квартири на комфортному рівні, безперебійної подачі гарячої води належної температури і якості.

Ці завдання повинні здійснюватися за мінімальної витрати коштів і з використанням прогресивних технічних рішень.

Система теплопостачання складається з таких функціональних частин:

- джерело теплової енергії (котельня, теплоелектроцентрально – тобто ТЕЦ);

- транспортуючі пристрої теплової енергії до приміщень (теплові мережі);

- теплоспоживаючі прилади, які передають теплову енергію споживачеві.

Споживачами теплоти системи теплопостачання є:

- тепловикористовуючі санітарно-технічні системи будівель (системи опалення, вентиляції, кондиціонування повітря, гарячого водопостачання);

- технологічні установки.

Класифікація систем теплопостачання

За місцем вироблення теплоти системи теплопостачання поділяються на:

- централізовані (джерело теплової енергії працює на теплопостачання великої групи будинків і пов'язане теплової мережею з приладами споживання тепла);

- децентралізовані;

- помірно децентралізовані.

Децентралізовані системи теплопостачання, в свою чергу, діляться на:

- індивідуальні (теплопостачання кожного приміщення або групи приміщень (квартири) від окремого джерела теплоти);

- автономні (теплопостачання кожного будинку від окремого джерела теплоти).

Помірно децентралізовані (теплопостачання для групи будівель з декількох будівель). За видом теплоносія в системі:

- водяні;

- парові.

За способом приєднання системи гарячого водопостачання до системи теплопостачання:

– закрита (вода на гаряче водопостачання забирається з холодного водопроводу і нагрівається в теплообміннику мережною водою);

– відкрита (вода на гаряче водопостачання забирається безпосередньо з теплової мережі).

За способом підключення системи опалення до системи теплопостачання:

– залежні (теплоносій, що нагрівається в теплогенераторі і транспортується по теплових мережах, надходить безпосередньо в теплоспоживаючі прилади);

– незалежні (теплоносій, який циркулює по теплових мережах, в теплообміннику нагріває теплоносій, що циркулює в системах опалення, теплопостачання калориферів системи вентиляції та системи гарячого водопостачання).

Опалення – штучний обігрів приміщень з метою відшкодування в них тепловтрат і підтримки на заданому рівні температури, що відповідає умовам теплового комфорту або вимогам технологічного процесу. Під опаленням також розуміють пристрої та системи, які виконують цю функцію.

Гаряче водопостачання – забезпечення побутових потреб населення і виробничих потреб у воді з підвищеною температурою. Є одним з показників якості життя, важливим фактором поліпшення санітарно-гігієнічних і культурно-побутових умов життя. Використання гарячої води вносить істотний внесок в забезпечення високого рівня комфортності проживання. Кількість використаної в житловому секторі гарячої води близька до витрати холодної води, а іноді й перевищує.

Вентиляція – процес видалення відпрацьованого повітря з приміщення і заміна його зовнішнім. У необхідних випадках при цьому проводиться: кондиціонування повітря, фільтрація, підігрів або охолодження, зволоження або осушення, іонізація.

Вентиляція забезпечує санітарно-гігієнічні умови (температуру, відносну вологість, швидкість руху повітря і чистоту повітря) повітряного середовища в приміщенні, сприятливі для здоров'я і самопочуття людини, що відповідають вимогам санітарних норм, технологічних процесів, будівельних конструкцій будівель, технологій зберігання.

Існують два типи розподільчих систем теплопостачання: одноступенева та двоступенева.

В одноступеневій системі теплоносій від джерела теплоти надходить до будівлі і там перетворюються його параметри і здійснюється його розподіл по внутрішніх системах:

- опалення;
- теплопостачання калориферів систем вентиляції;
- гаряче водопостачання.

У двоступеневих системах теплоносій попередньо передається до проміжного теплового пункту, який носить назву центрального, і в ньому розподіляється на два контури:

- опалення та вентиляція;
- гаряче водопостачання.

У результаті до нього підходять дві труби, а від нього до споживачів (їхня кількість може бути різною) відходять чотири труби.

Тепловий пункт поділяється на ряд функціональних вузлів:

- вузол введення теплової мережі;
- вузол обліку теплоспоживання;
- вузол або окремі пристрої узгодження тисків і обмеження витрат теплоносія;
- вузол приєднання системи вентиляції;
- вузол приготування гарячої води для системи гарячого водопостачання (ГВП);
- вузли приготування теплоносія для систем опалення;
- вузол підживлення.

Залежно від вимог до прийнятої технологічної схеми теплового пункту, тип застосовуваних вузлів, їхня кількість і поєднання можуть варіюватися в широких межах, при цьому вузли введення теплової мережі, обліку теплоспоживання і узгодження тисків є обов'язковою приналежністю будь-якого теплового пункту.

Нині набула широкого поширення система теплопостачання з індивідуальними тепловими пунктами.

Індивідуальний тепловий пункт (ІТП) – комплекс пристроїв, розташований у відокремленому приміщенні будівлі, що складається з елементів теплових установок, які забезпечують приєднання систем опалення, гарячого водопостачання та калориферів системи вентиляції до теплової мережі, їхня працездатність, управління режимами теплоспоживання, перетворення, регулювання параметрів теплоносія і розподіл теплоносія за видами споживачів.

Основними завданнями ІТП є:

1. Захист систем теплоспоживання від аварійного підвищення параметрів теплоносія.
2. Облік витрат теплоносія і теплоти, а також холодної води на систему гарячого водопостачання.
3. Контроль параметрів теплоносія.
4. Розподіл теплоносія по системах теплоспоживання.
5. Відключення систем теплоспоживання.
6. Регулювання параметрів теплоносія.

ІТП розрізняються за кількістю і типом підключених до них систем теплоспоживання, індивідуальні особливості яких визначають теплову схему і характеристики обладнання ІТП, а також за типом монтажу та особливостями розміщення обладнання в приміщенні ІТП.

Індивідуальний тепловий пункт використовується для обслуговування одного споживача (будівлі або його частини). Як правило, розташовується в підвальному або технічному приміщенні будівлі, однак, через особливості обслугованої будівлі, може бути розміщений в окремій споруді.

Принципова схема індивідуального теплового пункту наведена на рис. 1.

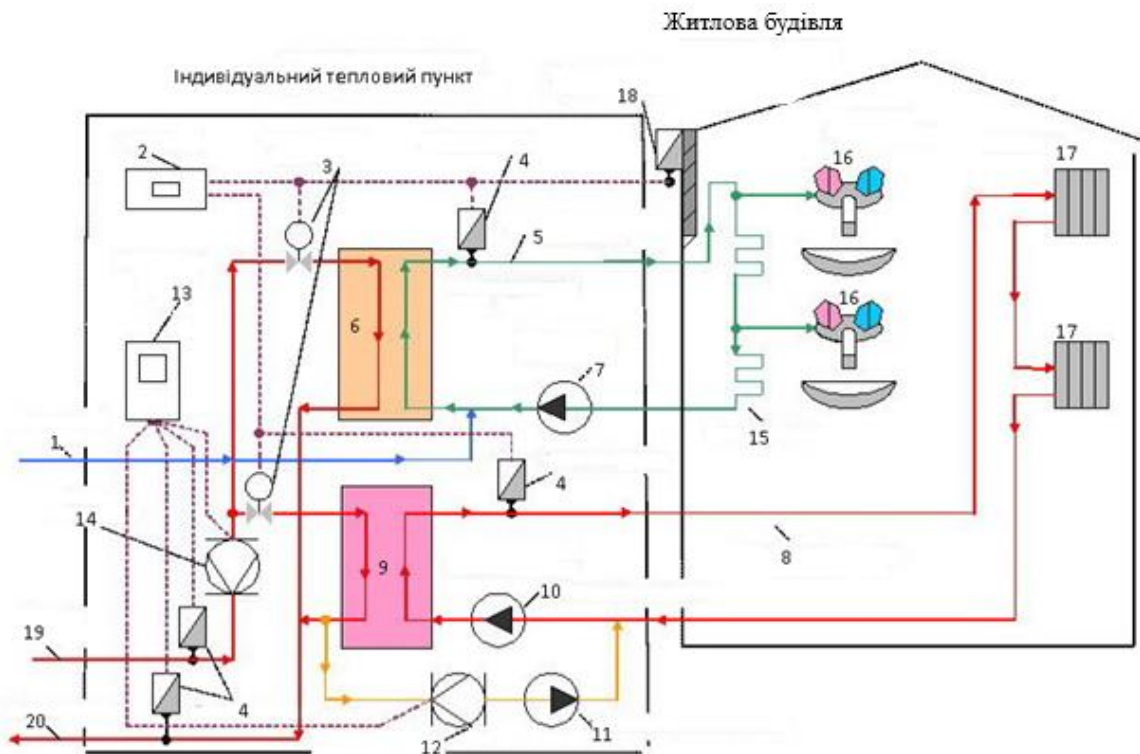


Рис.1. Принципова схема індивідуального теплового пункту:

1. Трубопровід питної води.
2. Електронний регулятор.
3. Клапани регулюючі.
4. Датчики температури.
5. Контур системи ГВП.
6. Теплообмінник системи ГВП.
7. Циркуляційний насос.
8. Контур системи опалення.
9. Теплообмінник системи опалення.
10. Циркуляційний насос.
11. Насос підживлюючий.
12. Витратомір.
13. Обчислювач теплової енергії.
14. Витратомір теплоносія.
15. Рушникосушарка.
16. Прилад розбору гарячої води.
17. Прилад опалення.
18. Датчик температури зовнішнього повітря.
19. Трубопровід подачі теплоносія.
20. Трубопровід повернення теплоносія в систему тепlopостачання

Схема ІТП залежить, з одного боку, від особливостей споживачів теплової енергії, які обслуговуються тепловим пунктом, з іншого боку, від особливостей джерела, що постачає ІТП тепловою енергією. На рис. 1 представлений ІТП із закритою системою гарячого водопостачання і незалежною схемою приєднання системи опалення.

Теплоносій, що надходить в ІТП по подаючому трубопроводу теплового вводу, віддає своє тепло в підігрівачах систем ГВП та опалення, а також надходить в систему вентиляції споживачів, після чого повертається в зворотний трубопровід теплового вводу та по магістральних мережах відправляється назад на теплогенеруюче підприємство для повторного

використання. Частина теплоносія може витрачатися споживачем. Для заповнення втрат в первинних теплових мережах на котельних і ТЕЦ існують системи підживлення, джерелами теплоносія для яких є системи водопідготовки цих підприємств.

Водопровідна вода, що надходить в ІТП, проходить через насоси холодного водопостачання (ХВП), після чого частина холодної води відправляється споживачам, а інша частина нагрівається в теплообміннику системи ГВП і надходить в циркуляційний контур системи ГВП. У циркуляційному контурі вода за допомогою циркуляційних насосів гарячого водопостачання рухається по колу від теплового пункту (ТП) до споживачів і назад, а споживачі відбирають воду з контуру за необхідності. Циркулюючи по контуру, вода поступово віддає своє тепло і для того, щоб підтримувати температуру води на заданому рівні, її постійно підігрівують.

Система опалення також являє собою замкнутий контур, по якому теплоносії рухається за допомогою циркуляційних насосів опалення від ТП до системи опалення будівель і назад. У процесі експлуатації можуть виникнути негерметичності в контурі системи опалення і витік теплоносія. Для поповнення втрат служить система підживлення теплового пункту, що використовує як джерело теплоносія первинні теплові мережі.

Як правило, в комплекті ІТП обов'язково присутній вузол обліку споживаної теплоти.

Вузол обліку теплоти (теплічильник) – прилад або комплект приладів (засіб вимірювання), призначений для визначення кількості теплоти, яку отримує споживач від тепломережі, і вимірювання маси і параметрів теплоносія.

В інформаційну вимірювальну систему ІТП входить також витратомір холодної (сирої) води, що витрачається в системі ГВП.

Вузол обліку теплоти складається з трьох основних частин: витратомірів, датчиків температури теплоносія і теплообчислювача.

Отримана інформація від лічильника теплової енергії призначена для задоволення як потреб споживача, так і вимог теплопостачальної організації. Нижче наведені деякі з фіксуємих вимірюваних і архівіруваних параметрів:

- миттєві значення витрати теплоносія і теплової потужності;
- миттєві значення витрати холодної води на потреби системи ГВП;

- температура в подавальному і зворотному трубопроводі, а також різниця температур теплоносія;
- кількість годин роботи;
- сумарна кількість спожитої теплової енергії;
- споживання енергії на розрахункову дату;
- пікові (за місяць) значення витрати теплоносія і теплової потужності;
- код помилки, якщо в роботі лічильника з'явилися проблеми.

Розподіл і регулювання теплової енергії як всередині, так і ззовні будівель в системах тепlopостачання відповідно до потреби є одними з основних принципів енергозбереження.

Для цих цілей застосовується автоматизація роботи обладнання, яка повинна забезпечити тепловий комфорт в приміщеннях за мінімальних експлуатаційних витрат.

Автоматизація ІТП повинна забезпечувати:

- регулювання витрат теплової енергії в системі опалення і обмеження максимальної витрати мережної води у споживача;
- задану температуру в системі ГВП;
- зміну витрати гарячої води в подавальному трубопроводі, залежно від її споживання;
- підтримання статичного тиску в системах споживачів теплоти за їх незалежного приєднання;
- заданий тиск у зворотному трубопроводі або необхідний перепад тиску води в подавальному і зворотному трубопроводах теплових мереж;
- захист систем теплоспоживання від підвищеного тиску і температури;
- включення резервного насоса під час відключення основного робочого.

Система автоматизації складається з декількох блоків, кожен з яких відповідає своєму рівню (рис. 2):

- 1-й рівень – блок вимірювання параметрів;
- 2-й рівень – блок підсилювання та перетворення отриманих сигналів;
- 3-й рівень – блок регулюючих органів;
- 4-й рівень – блок управління.

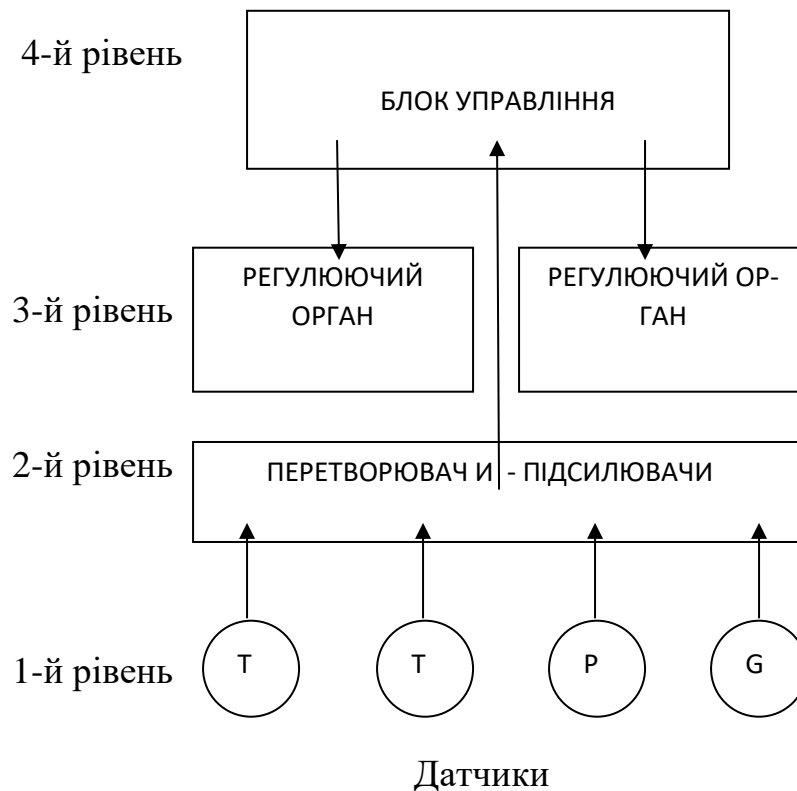


Рис. 2. Рівні системи автоматизації

Вимірювальний блок призначений для визначення параметрів процесу чи процесів, хід яких необхідно контролювати та регулювати.

У блоці підсилювання та перетворювання слабкі сигнали від вимірюваних приладів за необхідності підсилюються та перетворюються на нормовані уніфіковані сигнали, наприклад, $4 \div 20$ міліампер; $0 \div 10$ вольт або частотний сигнал.

Для систем ГВП – це витрата холодної води; витрата гріючого теплоносія; температура гріючого теплоносія; температура гарячої води; тиск в системі; витрата гарячої води в циркуляційному трубопроводі.

Блок управління отримує сигнали, що визначають параметри процесу, він кожну мить порівнює їх з параметрами, які необхідно підтримувати, і в разі, якщо вони не співпадають, генерує сигнал, що має привести дійсне реальне значення параметра до заданого. Для системи ГВП це в першу чергу температура та витрата теплоносія в циркуляційному контурі.

Блок регулюючих органів отримує цей сигнал від блоку управління і починає впливати так чи інакше на параметр, що не співпадає із заданим доти, доки вони не співпадуть.

2. Лабораторний стенд

2.1. Схема стенду

Принципова схема стенду представлена на рис. 3 (див. дод. 1).

На стенді встановлені теплообмінне обладнання, запірні арматури, прилади контролю, управління і автоматизації, призначені для підготовки теплоносія і подальшого розподілу, управління системами споживання тепла (ГВП, ОС), контролю основних параметрів (перелік обладнання, його призначення та характеристики представлені в табл. 1, дод. 2).

Стенд функціонально складається з трьох блоків:

1-й блок – система підготовки (нагрівання) теплоносія.

Як теплоносієм використовується холодна водопровідна вода, джерелом якої є водопровідна мережа будинку.

Підігрів теплоносія до заданої температури здійснюється в електричному водогрійному котлі ВДНК – 6/15 виробництва ТОВ НВП «ЕЛХІТ» згідно з ТУ550М.Е.0095-1047-П004-93, потужністю 6/15 кВт, робоча напруга 380/220 В, допустимий тиск $P = 0,6$ МПа.

Підігрітий теплоносієм по трубопроводах подається в теплообмінники для передачі теплоти в системи споживання.

Для підтримки постійного тиску води в стенді використовується підживлююча насосна станція WILO HWJ201EM/.

2-й блок – блок системи гарячого водопостачання (ГВП).

У блоці ГВП проводиться трансформація параметрів теплоносія (температури і тиску, регулювання параметрів, підтримання сталості витрати і облік споживаної теплоти).

Для забезпечення функціональності блок ГВП оснащений трубопроводами, запірною арматурою, регулюючою апаратурою, засобами контролю, вимірювання і автоматики, насосним обладнанням, теплообмінниками, мембранними баками.

Управління ходом цих процесів здійснюється системою автоматичного регулювання.

У блоці встановлено теплообмінник пластинчастий, розбірний, РТАГС-12 фірми «ОРЕКС», який забезпечує нагрів теплоносія для системи ГВП. Потужність теплообмінника 15 кВт, допустимий робочий тиск 16 бар.

Блок включає в себе циркуляційний трубопровід і три водорозбірні вентилі для моделювання зміни водорозбору в системі ГВП, а також циркуляційний насос для організації руху води в циркуляційному контурі.

3-й блок – модель системи опалення (СО).

Система опалення – незалежна. Теплоносій підігрівається в другому теплообміннику ІТП від теплоти, одержуваної при нагріванні в котлі, і подається в опалювальні прилади (алюмінієві секційні радіатори) для обігріву приміщення.

У блоці встановлено теплообмінник паяний, Тип В15 фірми «SWEP», який забезпечує нагрів теплоносія в системі опалення. Потужність теплообмінника 15 кВт, допустимий робочий тиск 16 бар.

Для додаткового навантаження встановлено другий теплообмінник. Оскільки звести тепловий баланс витрати теплоти через опалювальні прилади в сталому режимі достатньо складно, то в схемі передбачено спеціальний теплообмінник пластинчастий паяний, GPLK 20-10 фірми «FUNKE», який призначений для імітації навантаження на опалення в сталому режимі. Потужність теплообмінника 6 кВт, допустимий робочий тиск 30 бар.

Система містить запірну арматуру, лічильники, прилади опалювальні, терморегулятори, кутові клапани тощо.

2.2. Контрольно-вимірювальні прилади та прилади автоматичного управління

Автоматичне регулювання споживання теплової енергії дозволяє створити комфортний тепловий режим за більш якісного і точного регулювання. Автоматичне регулювання може здійснюватися як на тепловому вводі в будинок, так і індивідуально в кожній квартирі.

Завдання автоматики в системі ГВП:

- Підтримка постійної температури гарячої води на вході в систему гарячого водопостачання.
- Управління почерговим включенням циркуляційних насосів і включення резервного насоса, у разі виходу з ладу робочого.
- Захист насосів від сухого ходу, перекосу фазних напруг і перевантаження двигуна.
- Підтримка стабільного тиску в системі гарячого водопостачання за рахунок зниження або підвищення тиску води на вводі водопроводу.
- Зменшення або збільшення витрати води в циркуляційному контурі залежно від розбору гарячої води.

На стенді система автоматики виконана на елементній базі фірми «Danfoss».

Функціональна схема контрольно-вимірювальних приладів і автоматики ІТП показана на дод. 4.

Система автоматичного регулювання складається з регульованих об'єктів і автоматичних електронних регуляторів прямої і непрямої дії та необхідних датчиків параметрів теплоносія.

2.2.1. Автоматичний електронний регулятор

У системі застосовується двоканальний багатофункціональний цифровий регулятор температури ECL Comfort 310 фірми «Danfoss» (рис. 5).

Електронні регулятори температури серії ECL – спеціалізовані регулятори, призначені для підтримки температури теплоносія в системах опалення та вентиляції пропорційно поточної температури зовнішнього повітря або заданої температури гарячої води в системі ГВП.



Рис. 5. Загальний вигляд електронного регулятора ECL Comfort 310

ECL Comfort 310 – це електронні регулятори регулювання температури в системах централізованого тепло- та холодопостачання. Одночасно можуть керуватися до 4 контурів. Кожен регулятор ECL Comfort 310 повинен бути налаштований для роботи в обраній програмі роботи за допомогою спеціального ECL Ключа. Регулятори ECL Comfort 310 забезпечують підтримку комфортної температури в системах за оптимального рівня споживання енергії, а також легкість експлуатації та вибір необхідної програми роботи шляхом встановлення у відповідний порт регулятора ECL Ключа (Plug&Play).

Зниження енергоспоживання у разі застосування ECL Comfort 310 можливе завдяки функціям погодної компенсації з регулюванням температури за графіком, а також обмеження температури зворотного теплоносія, його витрати та теплової потужності системи.

Крім того, ці електронні регулятори мають функції реєстрації даних та сигналізації.

ECL Comfort 310 легко управляється за допомогою спеціальної поворотної кнопки або за допомогою блоку дистанційного керування (БДК) ЕСА 30. Налаштування регулятора та його меню відображаються на великому графічному дисплеї, на тій мові, яку обирає користувач.

ECL Comfort 310 генерує імпульсний вихідний сигнал для керування електроприводами регульовальних клапанів, має релейні виходи для керування роботою циркуляційного насоса / перемикальних клапанів/пальників тощо, а також реле аварійного сигналу.

До регулятора можуть бути приєднані 6 температурних датчиків типу Pt1000. Крім того, регулятори оснащені 2 входами, які можуть бути налаштовані для приєднання як температурних датчиків Pt1000 (за замовчуванням), так і для аналогових (0-10В) або цифрових вхідних сигналів.

ECL Comfort 310 може обмінюватися інформацією з БДК та іншими регуляторами ECL Comfort 210/310 завдяки внутрішній шині зв'язку ECL485. Регулятор оснащений портом для підключення до мережі Ethernet. Більш того, регулятор ECL Comfort 310 може бути підключений по протоколу Modbus до SCADA-систем, а по протоколу M-bus до регулятора можуть бути приєднані до 5 теплових лічильників (рис. 6).

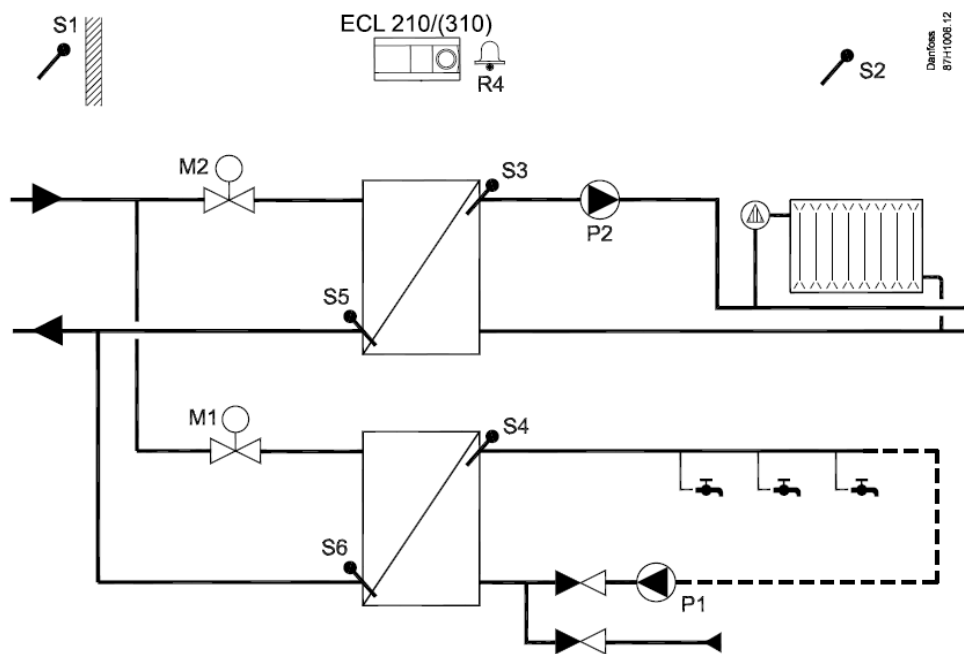


Рис. 6. Загальна схема управління незалежними системами опалення, ГВП на базі регулятора ECL Comfort 310 фірми «Danfoss»: S1-S6 – датчики температури Pt1000; P1,P2 – циркуляційні насоси; M1, M2 – регулювальні клапани з електроприводами

Усі зазначені елементи системи приєднані кабельними лініями до електронного регулятора ECL Comfort 310.

2.2.2. Температурні датчики

Датчик температури – пристрій непрямої дії в системі автоматичного регулювання і контролю, котрий сприймає через чутливий елемент зміни

контрольованої температури повітря або теплоносія і здійснює її функціональне перетворення у вхідний сигнал для електронного регулятора.

Для функціонування системи регулювання температури теплоносія і гарячої води до електронних регуляторів серії ECL повинні бути підключені температурні датчики у вигляді платинових термометрів опору градування Pt 1000 Ом / ° С. Тип і кількість датчиків вибираються залежно від конкретної технологічної схеми автоматичного регулювання, а також від діаметра трубопроводів, на яких встановлюються датчики.

Датчики за своєю конструкцією поділяються на:

- датчик температури зовнішнього повітря ESMT;
- датчик температури повітря в приміщенні ESM-10;
- накладний датчик температури теплоносія, кріпиться на поверхні трубопроводів $D_u = 15-50$ мм за допомогою пластикової стрічки (хомута); перед установкою поверхня труби повинна бути очищена від бруду, іржі або фарби;
- занурюваний датчик температури теплоносія ESMU.

Типи датчиків температури фірми «Danfoss» показані на рис. 7.



Рис. 7. Типи датчиків температури фірми «Danfoss»

1.2.3. Регулюючі органи

1.2.3.1. Клапани з електроприводами

Регулюючі клапани з електроприводами непрямої дії застосовуються в якості виконавчих механізмів систем регулювання температури. Керуючими пристроями для клапанів можуть бути спеціалізовані електронні регулятори температури серії ECL або регулятори глобальної системи диспетчеризації.

Електропривод – виконавчий механізм, що сприймає командний сигнал від електронного регулятора ECL Comfort 300 і перетворює його на рух сідла регулюючого клапана. Являє собою електромотор, обертання якого через передавальний механізм перетворюється на поступальний рух, що передається на шток регулюючого сідла (рис. 8; 8.1).



Рис. 8. Регулятори з електроприводами фірми «Danfoss»

У лабораторному стенді застосовані регулятори витрати з приводом Danfoss VRG2 AMV435, DN15.

Регулюючий клапан серії VRG2 – прохідний двоходовий сідельний натискної дії зворотно-поступального типу.

Переміщення штока клапана другого типу відбувається за допомогою електроприводу, який або натискає на шток клапана, або тягне його вгору. Без приводу шток такого клапана може перебувати в будь-якому проміжному положенні.

З даним клапаном-регулятором використовується електропривод AMV435 імпульсного типу керуючого сигналу, у якого шток приводу і, відповідно, клапана переміщається на величину, пропорційну тривалості імпульсу напруги живлення.

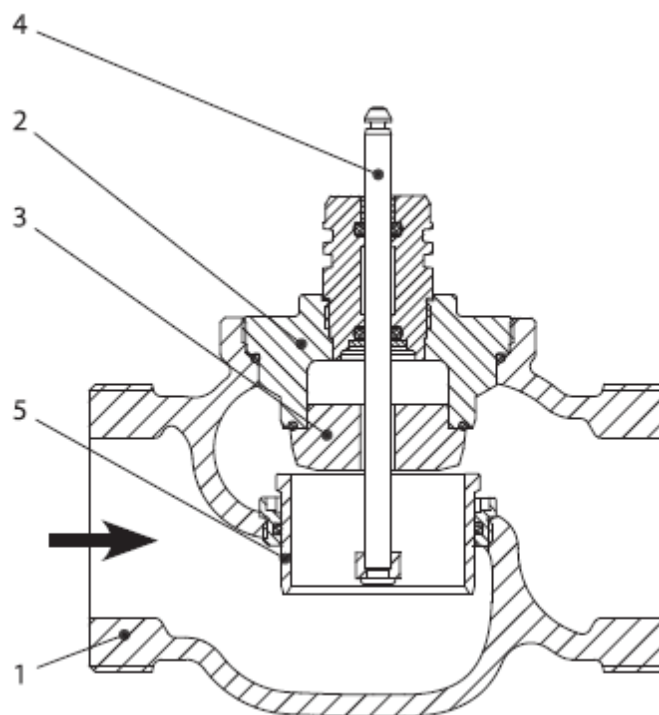


Рис. 8.1. Конструкція регулюючого клапана:

1 – корпус клапана; 2 – вставка клапана; 3 – золотник; 4 – шток; 5 – рухоме сідло (пристрій розвантаження тиску)

2.2.4. Автоматичні регулятори прямої дії

Автоматичний регулятор – пристрій, який реагує на зміну параметра, що характеризує об’єкт регулювання, і автоматично управляє процесом для підтримки цього параметра в заданих межах або зміни його за певним законом. Автоматичний регулятор складається з: вимірювального, керуючого, виконавчого і регулюючого елементів. Регулятори прямої (безпосередньої) дії відносять до автоматичних регуляторів, у яких у разі зміни значення регульованого параметра переміщення регулюючого елемента відбувається тільки за рахунок зусиль, що виникають, як правило, у вимірювальному (чутливому) елементі.

Автоматичні регулятори прямої дії не вимагають додаткових джерел енергії.

2.2.4.1. Регулятори перепаду тиску

Автоматичні регулятори перепаду тиску – пристрої, що стабілізують тиск в регульованій ділянці на заданому рівні. Загальний вигляд регуляторів перепаду тиску показаний на рис. 9.



Рис. 9. Загальний вигляд автоматичних регуляторів перепаду тиску фірми «Danfoss»

Регулятори перепаду тиску мають різноманітне конструктивне виконання, що дозволяє застосовувати їх для будь-яких проектних рішень щодо стабілізації тиску теплоносія.

Хоч би якими були конструктивні відмінності регуляторів перепаду тиску, всі вони засновані на одному принципі роботи – початковому врівноважуванні тиску пружини настройки 10 і тиску теплоносія, що передається через гнучку діафрагму (мембрану) 7 (рис. 10). Діафрагма – вимірювальний елемент. Вона сприймає імпульси тиску по обидва боки і зіставляє їхню різницю із заданою величиною, яка встановлюється за допомогою відповідного попереднього стиснення пружини рукояткою настройки 9. Певній кількості обертів рукоятки настройки відповідає певне значення автоматично підтримуваного перепаду тиску. За наявності неузгодженості починається активація діафрагми, зусилля від якої передається на шток 5 і переміщує затвор клапана 2, що регулює розмір отвору; імпульс тиску потрапляє в підмембранний і надмембранний простори, утворені кришками 6 і 8, через перепускний отвір 12 і штуцер 11.

На стенді встановлені регулятори перепаду тиску типу AVP (поз.24;56 на рис. 3, дод. 1).

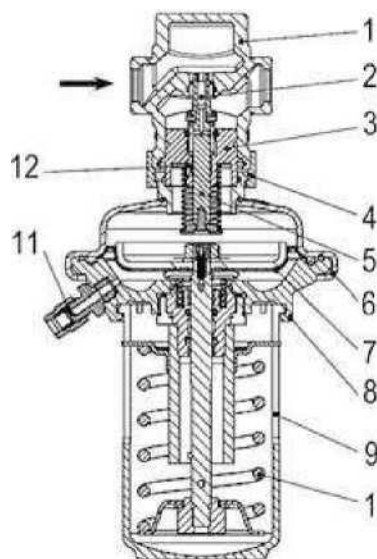


Рис. 10. Пристрій регулятора перепаду тиску AVP:

1 – корпус; 2 – затвор (розвантажений); 3 – вкладиш; 4 – сполучна гайка; 5 – шток; 6 – нижня кришка мембранної коробки; 7 – мембрана; 8 – верхня кришка мембранної коробки; 9 – рукоятка налаштування з можливістю опломбування; 10 – пружина настройки; 11 – штуцер для підключення імпульсної трубки; 12 – перепускний отвір

2.2.4.2. Перепускні клапани

Перепускні клапани (рис. 11) в теплових пунктах централізованих систем теплопостачання забезпечують працездатність насосів у закритих терморегуляторах.



Рис. 11. Загальний вигляд перепускних клапанів фірми «Danfoss»

Для перепуску теплоносія застосовані клапани пружинного типу AVDO фірми «Danfoss» (поз.38;134 на рис. 3, дод. 1). У разі перевищення встановленого на них перепаду тиску вони відкриваються і пропускають теплоносій.

Принцип дії перепускового клапана пружинного типу заснований на безпосередньому сприйнятті тиску потоку на затвор клапана 7 і зіставлення його з заданим зусиллям пружини 5 (рис. 12). Рівноважний стан забезпечують регулюванням пружини при обертанні рукоятки (маховика) 1. Переміщення рукоятки внутрішньою різьбою передається через шток 2 на направляючу 4 пружини 5. Затвор закритий доти, доки тиск теплоносія не відповідає заданому. У разі перевищення встановленого значення він відкривається.

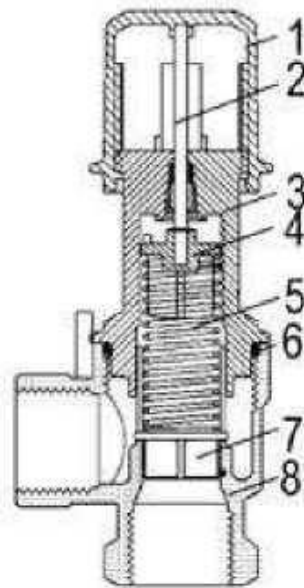


Рис. 12. Конструкція регулятора тиску:

1 – регулювальна рукоятка; 2 – шток налаштування клапана; 3 – кришка; 4 – направляюча пружина; 5 – основна пружина; 6 – кільце ущільнювача; 7 – затвор клапана; 8 – корпус

2.2.5. Контрольно-вимірювальні прилади

2.2.5.1. Витратоміри

Для контролю та обліку об'ємної витрати теплоносія, холодної і гарячої води на стенді встановлені лічильники тахометричні KB-1,5 DN-15 відповідно схемі (рис. 3, дод. 1).

Витратомір KB-1,5 – це тахометричний прилад, що складається з крильчатого модуля (є проточною камерою з крильчаткою) і лічильного механізму, герметично ізольованого від крильчатого модуля. Обертання крильчатки передається на рахунковий механізм через магнітну муфту. Відлік загальної кількості води, що проходить через лічильник, здійснюється цифровим і стрілочним індикаторами, розташованими на вимірювальній панелі водолічильника (рис. 13).

Межі відносної похибки,%, в піддіапазоні витрат:

- від q_{\min} до q_t (виключаючи) ± 5 ;
- від q_t (включно) до q_{\max} :
- для холодної води ± 2 ;
- для гарячої води ± 3 .

Втрата тиску, МПа, не більше 0,1.



Рис. 13. Зовнішній вигляд лічильника витрати води KB-1,5

2.2.5.2. Термометри

Для контролю і вимірювання рівня температури теплоносія на необхідних ділянках трубопроводів систем ІТП застосовуються технічні рідинні термометри ТТЖ-М (поз. 14,17,61,64,67,87,103,140 на рис.3, дод. 1).

Термометри виконані у вигляді капілярної трубки з резервуаром, заповненим термометричною рідиною, і скляної циліндричної оболонки з вмонтованою всередині шкалою, виготовленою з паперу, скла, полістиролу або металу (рис. 14).

Термометри виготовляються з термічно обробленого скла. В якості термометричної рідини використовується гас. Залежно від форми нижньої частини трубки, термометри поділяються на: прямі (П) і кутові (У).

Виконання і типорозміри термометрів відрізняються конструкцією, видом термометричної рідини, функціональним призначенням, нормованими значеннями діапазонів вимірювань, ціною поділки шкали і межами допустимої похибки.



Рис. 14. Зовнішній вигляд термометра ТТЖ-М

Довжина верхньої частини – 160 мм. Довжина нижньої частини – 66 мм. Діапазон вимірювання ($^{\circ}\text{C}$) – від 0 до +100. Ціна поділки шкали – 1°C . Термометрична рідина – гас. Межі абсолютної похибки при ціні поділки шкали, $^{\circ}\text{C} \pm 1$.

2.2.5.3. Манометри

Для контролю і вимірювання рівня тиску в трубопроводах на необхідних ділянках систем ІТП застосовуються манометри показуючі типу ДМ 05-МП-3У фірми ПрАТ «Склоприлад» (поз.5,20,23,26,33,44,50,50,85,94,97,99,106,138 на рис.3, дод. 1).

Стрілочні манометри серії ДМ-05 загального призначення (рис. 15;15.1) – вимірювальні прилади для візуального спостереження за рівнем тиску неагресивних рідин або газів в трубопровідних системах або сховищах зазначених речовин. Корпус – сталь, пофарбована в чорний колір. Скло – технічне. Механізм – мідно-латунний сплав. Ступінь захисту – IP40. Температурний діапазон – від -40 до 150°C . Клас точності – 1,5.

На склі є показчик максимального тиску «регульований показчик».

Принцип дії приладу при вимірюванні тиску заснований на деформації трубчастої пружини Бурдона, яка пропорційна тиску. Деформація пружини

Термоманометр – комбінований прилад для вимірювання температури і тиску в системах водопостачання і опалення, де об'єднано термометр і манометр, які одночасно забезпечують можливість спостереження і контролю за основними показниками теплового трубопроводу.



Рис. 16. Зовнішній вигляд термоманометра

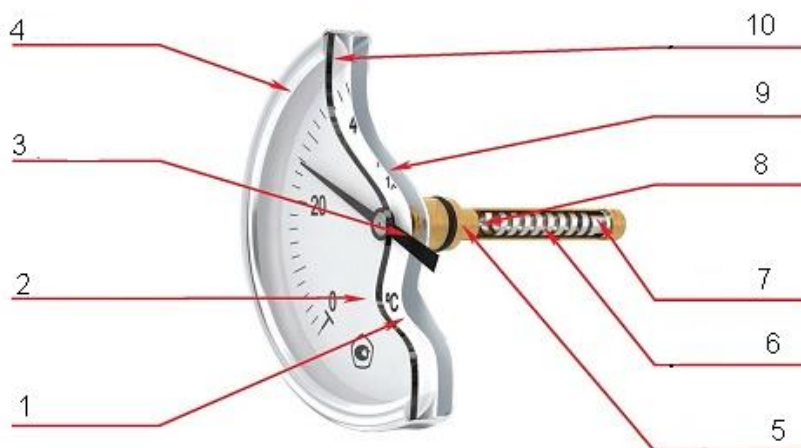


Рис. 16.1. Конструкція термоманометра:

1 – циферблат; 2 – скло; 3 – стрілка; 4 – обичайка; 5 – термобалон;
6 – біметалічна пружина; 7 – коректор; 8 – вісь; 9 – корпус; 10 – екран

Термоманометр аксіальний (рис. 16;16.1). Пластмасовий корпус. Клас точності – 2,5 (тиск), 2 (температура). Червона вказівна стрілка встановленого робочого тиску, дві чорні для фактичних показників параметрів тиску та температури. З автоматичним запірним клапаном 1/2". Пристрій можна замінювати без зливу системи завдяки наявності автоматичного запірного клапана. Він відкривається так, щоб теплоносій, проникаючи в пружину термоманометра, одночасно контактував із температурним датчиком.

Вимірювальна система складається із занурюваного елемента, капілярного дроту і трубчастої пружини в корпусі.

Дані елементи з'єднані в єдиний пристрій, який під тиском заповнений інертним газом. Зміна температури тягне зміну об'єму або внутрішнього тиску в занурюваному пристрої. Тиск деформує вимірювальну пружину, відхилення якої передається за допомогою стрілочного механізму на стрілку.

Коливання температури навколишнього середовища можуть не братися до уваги, оскільки для компенсації між стрілочним механізмом і вимірювальною пружиною вбудовано біметалічний елемент.

2.2.6. Алгоритм автоматичного регулювання споживання теплової енергії

Регулювання на тепловому вводі проводиться таким чином. На контролер багатфункціонального цифрового регулятора температури ECL Comfort 300 (№141) надходить сигнал від датчика температури зовнішнього повітря (142). Далі в контролері обчислюється необхідне значення температури теплоносія $t_{3в}$ за даної температури зовнішнього повітря $t_{зв}$ з корекцією по температурі повітря в приміщенні $t_{вн}$, що надходить від датчика температури (143).

Існує залежність (або графік залежності) між температурою зовнішнього повітря і температурою теплоносія, яка і програмується в контролері. Сигнал від датчика фактичної температури теплоносія t_3 порівнюється з обчисленим значенням $t_{3в}$, і якщо фактичне значення перевищує обчислене значення температури за графіком, то регулюючий клапан (21) починає зменшувати витрату теплоносія доти, доки температури t_3 і $t_{3в}$ не будуть рівні.

Зниження температури води t_3 відбувається за рахунок підмішування води з більш низькою температурою зі зворотного трубопроводу (Т2) у вхідний (Т1). Витрата в системі опалення при цьому, незалежно від положення регулюючого клапана, залишається постійною за рахунок циркуляційного насоса (133), встановленого на перемичці між подавальним і зворотним трубопроводами.

Крім регулювання за графіком температури в прямому трубопроводі, можна одночасно підтримувати графік температури зворотної води.

За такого регулювання забезпечується задана залежність різниці температур від температури зовнішнього повітря. Додатково може бути встановлений перехід з денного на нічний режим, тобто зниження температури в прямому трубопроводі в нічні години, але даний режим підходить здебільшого тільки для об'єктів, де вночі відсутні люди. У житлових будинках повинен підтримуватися постійний тепловий режим (в межах $\pm 2 - 4$ град. С).

Індивідуальне автоматичне регулювання на радіаторах досягається за допомогою використання радіаторних терморегуляторів (115; 120).

В системі ГВП автоматичний регулятор виконує такі функції:

– підтримує постійну температуру гарячої води, яка контролюється датчиком (69) в трубопроводі, що подає (Т1);

– автоматично підлаштовує параметри пропорційно-інтегрального (ПІ) регулювання в системі ГВП;

– коригує за графіком, що задається споживачем, температуру теплоносія, який повертається в теплову мережу після системи за даними, що надходять від датчика (62);

– з метою енергозбереження за допомогою вбудованого таймера виконує періодичне зниження температури гарячої води в системі ГВП;

– виконує форсований натоп будівлі після енергозберігаючого режиму;

– періодично запускає насоси і включає приводи регулюючих клапанів обох систем для запобігання їх заклинювання в період бездіяльності.

3. Етапи проведення роботи

1. Попереднє вивчення теоретичних положень з даної теми.

2. Ознайомлення зі схемою і безпосередньо з експериментальним стендом*.

3. Вивчення складу, призначення та принципів роботи встановленого на стенді обладнання та приладів*.

* Примітка. до етапів 2 та 3 студент допускається викладачем після успішного здавання теоретичного матеріалу.

4. Оформлення та захист лабораторної роботи

1. Звіт про виконання лабораторної роботи оформити на аркушах формату А4.

2. Форма титульного аркуша відповідно дод. 3.

3. Зміст.

3.1. Вказати мету лабораторної роботи.

3.2. Навести принципову схему лабораторного стенду.

3.3. Призначення та принцип дії основного обладнання.

3.4. Скорочений технічний опис:

3.4.1. Трубопроводів (призначення);

3.4.2. Електричного котла;

3.4.3. Основної трубопровідної арматури;

3.4.4. Регулятора тиску;

3.4.5. Регулятора температури;

3.4.6. Датчиків температури;

3.4.7. Бака мембранного;

3.4.8. Насосів (підживлюючі та циркуляційні);

3.4.9. Теплообмінників;

3.4.10. Контрольно-вимірювальних приладів;

3.4.11. Електронного регулятора ECL Comfort 300 (контролера).

3.5. Джерела інформації.

Захист лабораторної роботи – відповіді на запитання за її змістом.

Запитання для самоконтролю

1. Яке призначення лабораторного стенду?

2. Який принцип моделювання зовнішньої температури?

3. Як підтримується заданий тиск води у контурах стенду?

4. Для чого в схемі стенду використовуються мембранні баки?

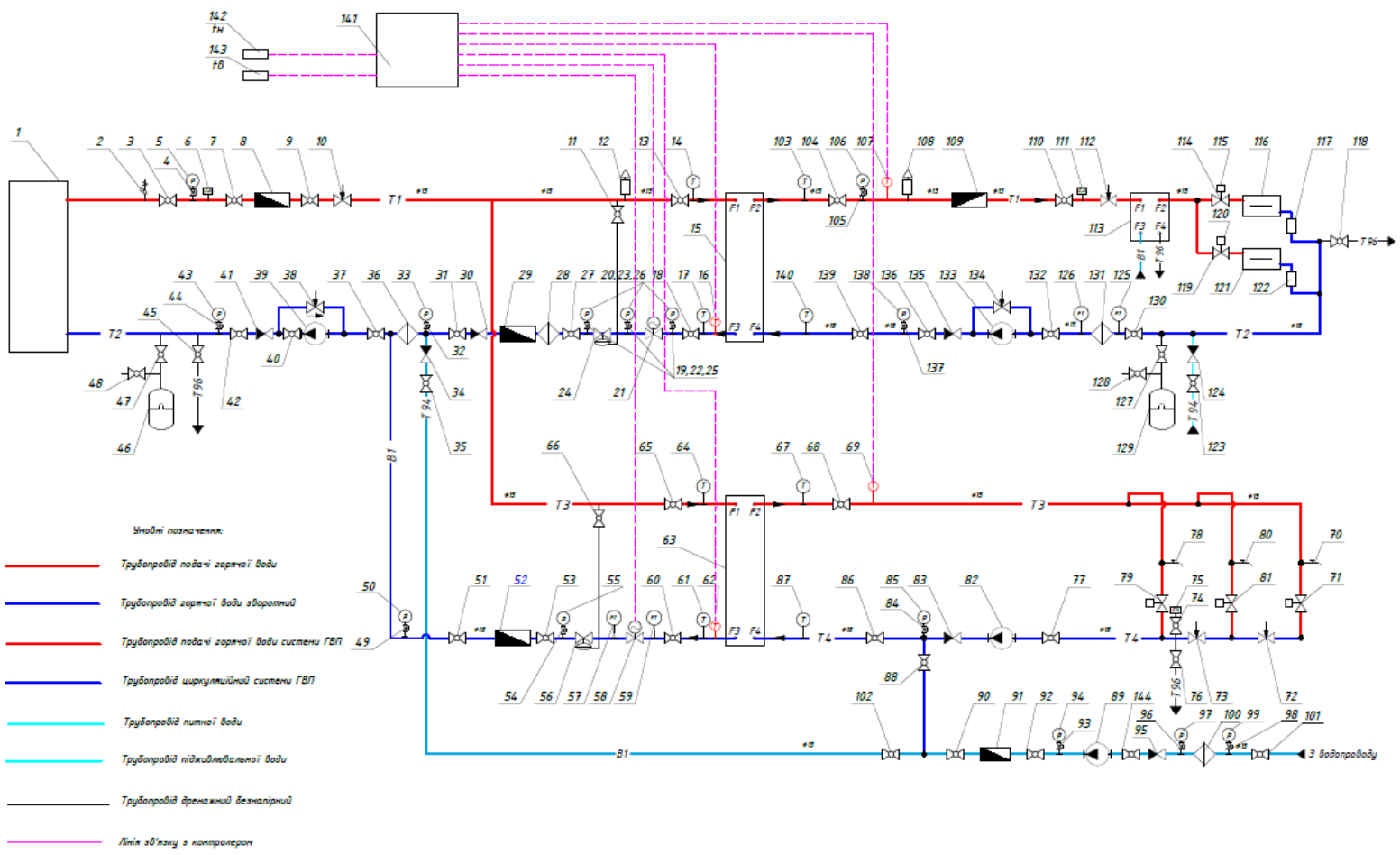
5. Як вимірюються витрати води в контурах?

6. Що є джерелом теплоти для лабораторного стенду?
7. Як підтримується температура води в контурі гарячого водопостачання?
8. Як видаляється повітря із системи?
9. Яке призначення паяного теплообмінника (№113 в принциповій схемі)?
10. Як моделюється зміна витрати води на гаряче водопостачання?
11. Принцип дії електронного регулятора.
12. Принцип дії регулятора тиску.
13. Принцип дії термоманометра.

Список використаних джерел

1. ДБН В.2.5-39:2008. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі.
2. ДБН В.2.5-64: 2012. Внутрішній водопровід і каналізація.
3. ДСТУ Б А.2.4-1:2009 СПДБ. Умовні позначення трубопроводів та їх елементів.
4. ДСТУ Б А.2.4-16:2008 СПДБ. Автоматизація технологічних процесів. Позначення умовних приладів і засобів автоматизації в схемах.
5. ДСТУ Б А.2.4-8:2009. Умовні графічні зображення і позначки елементів санітарно-технічних систем.
6. W. *Szaflik* «Projektowanie instalacji ciepłej wody użytkowej w budynkach mieszkalnych», изданной Щецинской Политехникой в 2008 г. ISBN 978-83-7457-049-7 (польский).
7. *Пырков В.В.* Современные тепловые пункты. Автоматика и регулирование // К. ІІ ДП «Такі справи», 2008. – 252 с.
8. <http://www.danfoss.ua>.

Рис.3 Принципова схема індивідуального теплового пункту





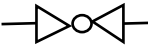
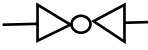
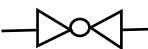
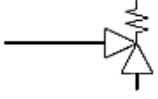
Перелік обладнання лабораторного стенду та його призначення і характеристики

Позначення відповідно схеми	Найменування обладнання	Призначення обладнання	Марка, тип	Технічні характеристики	Умовні позначення
1	2	3	4	5	6
B1	Трубопровід питної води	Забезпечує подачу води до санітарно-технічних приладів, пожежних кран-комплектів та технологічного обладнання. В даному варіанті використовується для подачі в електрокотел для підготовки теплоносія і заповнення систем ГВП та опалення	Труба сталевая ГОСТ 3262-75	Діаметр = 15 мм	— B1 —
T1	Трубопровід гарячої води	Забезпечує подачу теплоносія від електрокотла до теплообмінника (ТОН№1), а потім від ТОН№1 до приборів системи опалення	Труба сталевая ГОСТ 3262-75	Діаметр = 15 мм P = 10 МПа	— T1 —
T2	Трубопровід гарячої води зворотний	Забезпечує повернення теплоносія до ТОН№1 системи опалення	Труба сталевая ГОСТ 3262-75	Діаметр = 15 мм P = 10 МПа	— T2 —
T3	Трубопровід подачі гарячої води системи ГВП	Забезпечує подачу теплоносія від електрокотла до ТОН№2 системи гарячого водопостачання, а потім від ТОН№2 до зливних кранів системи ГВП	Труба сталевая ГОСТ 3262-75	Діаметр = 15 мм P = 10 МПа	— T3 —


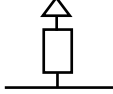
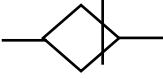

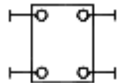
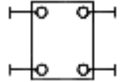
Продовження дод. 2
Продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6
T4	Трубопровід циркуляційний системи ГВП	Забезпечує повернення невикористаної гарячої води до ТОН№2 системи ГВП	Труба сталевая ГОСТ 3262-75	Діаметр = 15 мм P = 10 МПа	
T94	Трубопровід підживлювальний	Забезпечує всі системи підживлення холодною водою	Труба сталевая ГОСТ 3262-75	Діаметр=15 мм P = 10 МПа	
T96	Трубопровід дренажний безнапірний	Призначений при необхідності для зливу води із системи	Труба сталевая ГОСТ 3262-75	Діаметр = 15 мм P = 10 МПа	
1	Котел електричний	Призначений для підігріву теплоносія (води) до заданої температури	ВНДК 6/15, ТОВ «Елхіт»	Потужність – 6/15 кВт, напруга – 380 В, макс. припустимий тиск всередині ємності– 0,6 МПа	
39	Насос циркуляційний контуру підготовки теплоносія	Призначений для забезпечення повернення охолодженого теплоносія в електрочотел	Wilo Stratos PICO 25/1-6, «Wilo»	Напір – 6 м, PN=10, Напруга живл. – 230 В, P = 3-40 Вт,	
133	Циркуляційний насос контуру системи опалення	Призначений для забезпечення циркуляції теплоносія в контурі системи опалення	Wilo Stratos PICO 25/1-6, «Wilo»	Напір – 6 м, PN=10, Напруга живл. – 230 В, P = 3-40 Вт,	

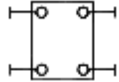





Продовження дод. 2
Продовження табл. 1

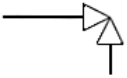



1	2	3	4	5	6
82	Циркуляційний насос ГВП	Призначений для забезпечення циркуляції теплоносія в системі ГВП	Wilo Star –Z Nova C, «Wilo»	Напруга живл. – 230 В, P = 4,5 Вт, PN=10	
89	Станція насосна	Забезпечує заповнення та підживлення питною водою всіх систем стану та підтримання тиску	Wilo HWJ201EM, «Wilo»	Напруга живл. – 230 В, Q = 50 л/м, Напір = 42 м, P = 800 Вт	
3,7,9,13,18,27, 31,35,37,40,42,45,47, 48,51,53,60,65,68,74, 76,77,86,88,90,92,101, 102,104, 110,118,123, 127,128,130, 132,136,139, 144	Кран кульовий	Призначений для регулювання, відкриття чи припинення подачі води в трубопроводі	«СТК»	ВВ, DN15, PN16	
4,19,22,25, 32,43,49,54, 84,93,96,98, 105,137	Кран кульовий манометричний	Призначений для відключення манометра	«СТК»	ВВ, DN15, PN16	
70,78,80	Кран кульовий зливний	Призначений для зливу води з трубопроводу	«СТК»	ВВ, DN15, PN16	
2	Клапан запобіжний	Призначений для захисту від механічного руйнування обладнання і трубопроводів надлишковим тиском шляхом автоматичного випуску надлишку рідкого, пароподібного теплоносія та повітря з систем і посудин з тиском понад установлений	«СТК»	DN15 , 4 бар	

Продовження дод. 2
Продовження табл. 1



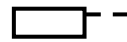




1	2	3	4	5	6
30,34,41,83, 95,124,135	Клапан зворотній	Призначений для недопущення зміни напрямку потоку теплоносія в трубопроводі	«СТК»	DN15, PN16	
12,108	Повітропускник автоматичний	Призначений для автоматичного скидання з трубопроводу повітря, що міститься в теплоносії	Airvent 065B8223 «Danfoss»	DN15	
28,36,100, 131	Фільтр механічний сітчастий	Призначений для установки перед регулюючими пристроями, витратомірами, насосами. Використовується для уловлювання стійких механічних домішок в холодній і гарячій воді	«СТК»	DN15, PN16	
46,129	Компенсатор об'єму	Призначений для компенсації стрибків тиску, що виникають при різкому відкритті або закритті запірної арматури в квартирних системах водопостачання. Пристрій також грає роль розширювального бака, що приймає надлишок обсягу води, який виникає в трубах при природному нагріванні під час відсутності водорозбору.	«EUROAQV A»	8 л.	
15	Теплообмінник пластинчастий паяний ТОН№1	Забезпечує нагрів теплоносія системи опалення	Тип В15 «SWEP»	15 кВт, 16 бар	
63	Теплообмінник пластинчастий розбірний ТОН№2	Забезпечує нагрів теплоносія системи ГВП	PTAGC-12 «OPEKS»	15 кВт, 16 бар	

Продовження дод. 2
Продовження табл. 1


1	2	3	4	5	6
113	Теплообмінник для додаткового навантаження ТОН ₃	Призначений для нагріву теплоносія при підключенні додаткового споживача	GPLK 20-10 «FUNKE»	6 кВт, 30 бар	
116,121	Радіатор алюмінієвий	Призначений для подавання тепла в приміщенні за рахунок конвективно - радіаційного теплообміну	«Fondital Aleternum» 500/100 B-4	1,5 кВт	
5,20,23,26, 33,44,50,50,85,94,97,9 9,106,138	Манометр показуючий	Виконує вимірювання тиску теплоносія в трубопроводі	ДМ 05-МП-3У ПрАТ «Склоприлад»	1,6 Мпа, 150град.С, Кл. точн. – 1,5	
14,17,61,64,67,87,103, 140	Термометр	Виконує вимірювання температури теплоносія в трубопроводі	ТТЖ-м ПрАТ «Склоприлад»	100 град. С Клас точності – 2	
57,59,125, 126	Термоманометр	Комбінований прилад для вимірювання температури і тиску в водопровідних системах і системах опалення, де об'єднані термометр і манометр, котрі одночасно забезпечують можливість спостереження і контролю за основними показниками теплоносія трубопроводу	«WATTS Industries»	DN15, 100 град.С, 10 бар, Клас точності: - 2,5 (тиск), -2 (темп-ра)	
8,29,52,91, 109	Лічильник витрати води тахометричний	Призначений для вимірювання та обліку обсягу води, що проходить по водопроводу в місці установки лічильника	КВ-1,5 ПАТ “Електро-термометрія”	DN15	

1	2	3	4	5	6
117,122	Кран радіаторний кутовий	Використовується, як правило, в двотрубних системах опалення для відключення окремого опалювального приладу в працюючій системі з метою його демонтажу або технічного обслуговування	RLV-S «Danfoss»	DN15, 10 бар, 120 град. С	
114, 119	Клапан радіаторний кутовий	Використовується в двотрубних насосних системах водяного опалення, оснащені вбудованим пристроєм для попередньої (монтажної) настройки пропускної спроможності	RA-N «Danfoss»	DN15, 10 бар, 120 град. С	
115,120	Терморегулятор радіаторний	Використовується для управління температурою приміщення шляхом зміни потоку гарячої води на радіатор	RTD «Danfoss»	Тмин 5 °С Тмакс 26 °С	
141	Електронний регулятор (контролер)	Виконує електронне регулювання температурних режимів в системах ГВП та опалення, забезпечуючи необхідний рівень комфорту і оптимальне використання енергії.	ECL Comfort 300 «Danfoss»	230 В, 4 рел-х вих.-в, 8 входів датчиків, що підключаються	
16,62,69, 107	Датчик температури накладний	Пристрій в системі авторегулювання і контролю, що сприймає через чутливий елемент зміни контрольованої температури теплоносія і перетворює у вхідний сигнал для електронного регулятора	ESM-11 Pt1000 «Danfoss»	Тмакс 100 °С Ду15-65	

Продовження дод. 2
Продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6
6,75,111	Датчик сухого ходу	Датчик сухого ходу забезпечує автоматичне відключення водяного насоса, якщо потік води через нього недостатній для змочування робочого колеса	KPI «Danfoss»	0.2-28 bar Клас захисту IP44	
142	Датчик – імітатор температури зовнішнього повітря	Пристрій в системі авторегулювання і контролю, ще імітує сигнал від датчика і подає на вхід електронного регулятора	-	-	
143	Датчик – імітатор температури внутр. повітря	Пристрій в системі авторегулювання і контролю, ще імітує сигнал від датчика і подає на вхід електронного регулятора	-	-	
38,134	Клапан перепускний	Забезпечує працездатність насоса при закритому регуляторі	AVDO «Danfoss»	DN15, PN16	
10,72,73, 112	Клапан балансування	Призначений для гідравлічного балансування систем ГВП та опалення	MSV-C «Danfoss»	DN15	
21,58	Регулятор витрати з приводом	Застосовується для стабілізації витрати теплоносія	VRG2? AMV435 «Danfoss»	DN15	
24,56	Регулятор перепаду тиску	Стабілізує тиск регульованої ділянки трубопроводу системи теплопостачання на заданому рівні	AVP «Danfoss»	DN15	

Закінчення дод. 2
Закінчення табл. 1

1	2	3	4	5	6
71,79,81	Клапан термостатичний циркуляційний багатофункціональний.	Забезпечує температурний баланс в системі гарячого водопостачання, дозволяючи підтримувати постійну температуру води в системі, шляхом обмеження витрат в циркуляційних трубопроводах на мінімально необхідному рівні.	MTCV «Danfoss»	DN15, 10 бар, 100 град. С	

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Київський національний університет будівництва і архітектури

Кафедра теплотехніки

Звіт про виконання лабораторної роботи
з навчальної дисципліни «**Гаряче водопостачання. Індивідуальний тепло-
вий пункт**»

Виконав: Козячина Богдан Ігорович
студент групи ТВ-22
факультету інженерних систем та екології
Перевірила: канд. техн. наук, доцент
Чепурна Наталія Володимирівна

Київ 2024 р.

Навчально-методичне видання

ГАРЯЧЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ. ІНДИВІДУАЛЬНИЙ ТЕПЛОВИЙ ПУНКТ

Методичні вказівки
до виконання лабораторної роботи
для студентів спеціальності
192 «Будівництво та цивільна інженерія».
Освітня програма «Теплогазопостачання і вентиляція»

Укладачі: **Гламаздин** Павло Михайлович,
Кириченко Михайло Анатолійович,
Чепурна Наталія Володимирівна,
Швачко Наталія Анатоліївна

Випусковий редактор *Л. С. Тавлуй*
Комп'ютерне верстання *Д. М. Ніколаєвич*

Підписано до друку 24.06.2024. Формат 60 x 84_{1/16}
Ум. друк. арк. 2,79. Обл.-вид. арк. 3,0.
Електронний документ. Вид. № 40/III-24

Видавець і виготовлювач:
Київський національний університет будівництва і архітектури

Проспект Повітряних Сил, 31, Київ, Україна, 03037

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів
видавничої справи ДК № 808 від 13.02.2002