

ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ БУДІВЕЛЬ ФІЛЬТРІВ СТАНЦІЙ ВОДОПІДГОТОВКИ

Кізеєв М.Д., Чабан І.В.

Національний університет водного господарства та
природокористування, м. Рівне

Наведені причини незадовільного стану мікроклімату в приміщеннях будівель станцій водоочищення та способи для покращення його за допомогою теплових насосів.

Ключові слова. Система водопостачання, реконструкція, система опалення, розрахунок теплової потужності, тепловий насос.

Приведены причины неудовлетворительного состояния микроклимата в помещениях зданий станций водоочистки и способы для улучшения его с помощью тепловых насосов.

Ключевые слова. Система водоснабжения, реконструкция, система отопления, расчет тепловой мощности, тепловой насос.

The reasons of the poor state of the microclimate in the buildings water treatment plants and how to improve it by means of heat pumps are given.

Key words. The water supply system, reconstruction, heating system, calculation of thermal power, a heat pump.

Головною особливістю мікроклімату приміщень будівель фільтрів станцій водоочищення є наявність відкритих водних поверхонь, з яких відбувається випаровування вологи, а також наявність труб для подачі води з температурою поверхні в перехідний та теплий період року нижче за температуру точки роси внутрішнього повітря. Надлишкова волога є однією з головних причин пошкодження та руйнування конструкцій приміщень. В холодний період року створюється потік тепла і вологи в напрямку з приміщень на зовні. При цьому волога проникає в стіни і замерзає, а матеріал їх розтріскуються.

Наприклад, така проблемна ситуація склалася у приміщенні фільтрів станції знезалізнення води в м. Рівне. Через недотримання температурного та вологісного режимів в будівлі, із-за великої різниці

температур всередині та зовні будівлі і підвищеної вологості, склалися несприятливі мікрокліматичні умови. Це призводить до утворення конденсату на металевих конструкціях, появи плісняви на поверхні огорожувальних конструкцій та частковому їх руйнуванню (рис. 1).



Рис. 1. Утворення грибкової цвілі на зовнішній стіні зали фільтрів

Конденсат створює осередки розвитку плісняви, що призводить до ускладнення санітарно-гігієнічної ситуації на водоочисних станціях. Результатом подальшого недотримання необхідного тепловологісного режиму може бути повна або часткова непридатність будівель до експлуатації. Вода, що надходить на станцію водоочищення взимку з температурою 9-11 °С, віддає тепло більш холодному внутрішньому повітрю з температурою 5-6 °С (рис. 2), внаслідок чого воно насичується водяними парами. Його температура і відносна вологість зростають, створюючи сприятливі умови для конденсації водяної пари на холодних поверхнях будівельних конструкцій, що призводить до довгострокового зростання плісняви, корозії металевих конструкцій, руйнування стін та їх внутрішнього облицювання.

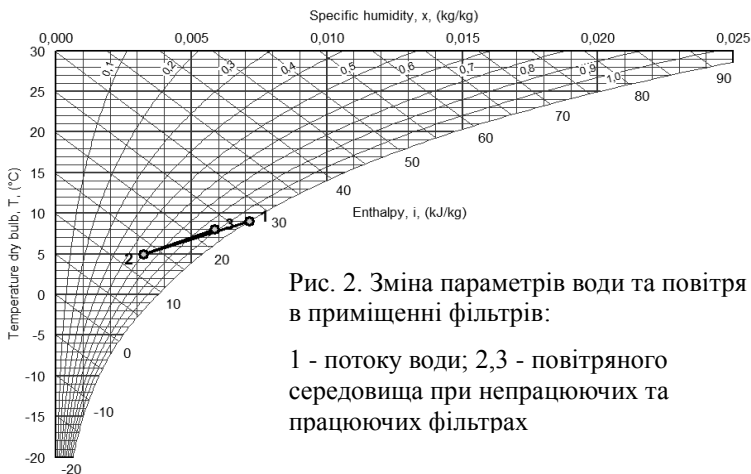


Рис. 2. Зміна параметрів води та повітря в приміщенні фільтрів:

1 - потоку води; 2,3 - повітряного середовища при непрацюючих та працюючих фільтрах

Для розроблення заходів, щодо систем забезпечення мікроклімату в приміщеннях фільтрів було проаналізовано особливості мікроклімату в них та особливості інженерних систем і рішень для забезпечення мікроклімату у приміщеннях з відкритими водними поверхнями та вимог до санітарно-гігієнічних параметрів середовища.

Приміщення фільтрів відносяться до категорії приміщень з вологим режимом. Головною особливістю мікроклімату приміщень, що мають великі водні поверхні, є підвищена вологість повітря. Для зменшення затрат на нагрів теплоносія для системи опалення було розглянуто можливість використання теплоти води, що надходить на фільтри, як низькопотенційного джерела енергії. Використання його можливе із застосуванням теплових насосів (ТН). Проте ТН на станціях очищення питної води не набули широкого застосування. Навпаки, в багатьох містах світу ТН широко використовуються [1] і вже рекомендуються в Україні [2] для утилізації тепла стічних вод для опалення і гарячого водопостачання, як будівель і споруд системи каналізації, так і навколишньої забудови.

Джерелом тепlopостачання будівлі станції знезалізнення в м. Рівне є автономна котельня, де встановлені 2 газові котли. Низька ефективність технічних рішень в процесі проектування та будівництва систем опалення та вентиляції (ОВ) в приміщеннях фільтрів станцій водоочищення призвели до надвисоких затрат енергії на опалення для забезпечення нормованих температурних параметрів в приміщенні в холодний період. Це пояснюється тим, що опалення залів фільтрів запроєктоване на розрахункову температуру внутрішнього повітря

5 °С. При визначенні оптимальних параметрів повітряного середовища в приміщенні зали фільтрів слід враховувати як проблеми вологості, так і експлуатаційні витрати. Для мінімального випаровування вологи з поверхні води необхідно, щоб температура повітря в приміщенні була вище температури води. Найбільш вигідні умови досягаються при різниці температур не більше 2-3 °С і відносній вологості 55-60%.

Для зменшення капітальних витрат, ТН часто використовують в бівалентному режимі. Паралельно їм встановлюється або при реконструкції залишається додатковий (існуючий) піковий нагрівач на будь-якому виді палива, що вмикається в роботу в найхолодніші дні.

Для будівлі фільтрів станції знезалізнення води на вул. Чорновола в м. Рівне запропоновано в якості безкоштовного джерела низькопотенційного тепла використати воду, що надходить на обробку (знезалізнення), з свердловин Новомильського водозабору по 2-х сталевих водогонгах (трубопроводах) Ø 630x6 мм. Трубопроводи входять в будівлю в 2-х місцях з різних боків і об'єднані всередині будівлі в єдиний розподільний трубопровід Ø 630x6 мм з відгалуженнями на кожен фільтр Ø 325x5 мм (рис. 3). Температура води на вході в фільтри коливається протягом року в межах 10-12 °С. Такої температури цілком достатньо для використання ТН як джерела тепла в системі опалення будівлі фільтрів. Пониження температури води на 1 °С не призведе до негативних наслідків при її знезалізненні. Навпаки, це зниження температури води дозволить зменшити випаровування з відкритих поверхонь води і відповідно вологість повітря в приміщенні. Для вилучення низькопотенційного тепла з води водогону навколо нього вкладаються петлі з металопластикової (поліетиленової) труби Ø15 мм. По даному трубопроводу циркулює розчин антифризу, який через в ТН передає тепло фреону. Тепловіддача між двома трубами (сталевою та металопластиковою) становить 30 Вт/м п. труби. Різниця температури теплоносія в прямій і зворотній лінії петлі при розрахунках приймається зазвичай 3 °С. Зовні трубопроводи покриваються теплоізоляцією «Thermaflex» (рис. 3).

Кількість тепла, яку надходить з водою і яку можна вилучити Q , кВт, залежить від її витрати та температури до і після вилучення тепла:

$$Q = c \cdot G_{\text{вод}} \cdot \Delta T = 1,16 \cdot G_{\text{вод}} \cdot (T_1 - T_2) / 10^6 = 1,16 \cdot 750 \cdot (12 - 11) / 10^6 = 870 \text{ кВт} \cdot \text{год} \quad (1)$$

де $c = 1,16$ - питома теплоємність води, Вт/(кг·К);

$G_{\text{вод}} = Q_{\text{доб}} / 24 = 18000 / 24 = 750$ - продуктивність по воді, м³/год;

$T_1 = 12$ і $T_2 = 11$ - температури води до і після вилучення тепла, °С.

$Q_{\text{доб}} = 18000$ – витрата води, що обробляється, м³/добу.

Потреба будівлі фільтрів в тепловій енергії для опалення (після

термомодернізації) та гарячого водопостачання (ГВП) складає 95,7 кВт. ТН підбираються на 70 % максимальної теплової потужності систем опалення і ГВП будівлі фільтрів, що відповідає розрахунковій температурі зовнішнього повітря -10°C . В періоди пікових навантажень системи опалення будівлі фільтрів (при температурі зовнішнього повітря нижче -10°C) передбачається використання змонтованих в будівлі газових котлів.

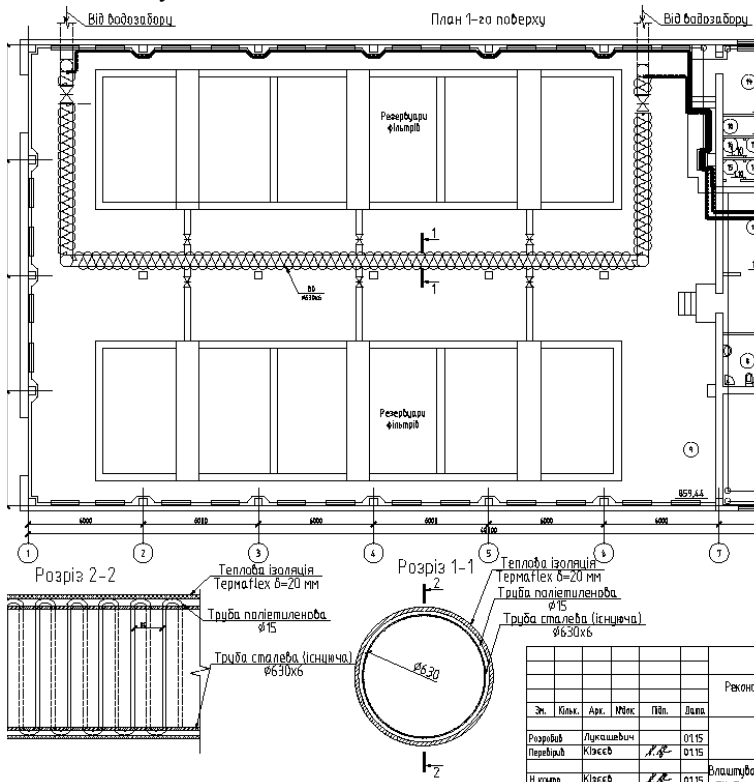


Рис. 3. Фрагмент плану будівлі фільтрів станції знезалізнення в м. Рівне з елементами об'язки трубопроводів холодного контуру ТН

Необхідна електрична потужність ТН складає:

$$N = Q_{\text{буд. фил.}} / K_T = 67/4,5 = 15 \text{ кВт,}$$

де $Q_{\text{буд. фил.}} = k \cdot Q_{\text{буд.}} = 0,7 \cdot 95,7 = 67$ – необхідна теплова потужність ТН для опалення будівлі фільтрів при $t = -10^{\circ}\text{C}$, кВт;

$K_T = 4,5$ - коефіцієнт перетворення ТН.

Для обігріву будівлі приймаються два ТН типу «вода-вода»

електричною потужністю 7,5 кВт кожен. Передбачається вилучати тепло води з напірного сталевго трубопроводів Ø 630х6 мм, що подає воду на фільтри, від зовнішніх мереж з водозабору. Обв'язка кожного теплообмінника виконується за допомогою металопластикових труб Ø 15 мм, що обгортаються навколо сталевго трубопроводу Ø 630х6 мм.

Необхідна теплова потужність колектора труб Ø 15 мм

$$Q_0 = 67 - 15 = 52 \text{ кВт.}$$

Довжина трубопроводу з труб Ø15 мм складе

$$L = Q_0 / q = 52 / 0,03 = 1733 \text{ м,}$$

де $q=0,03$ - питоме знімання тепла з поверхні труби Ø630 мм, кВт/п. м.

Довжина витка трубопроводу Ø 15 мм навколо труби Ø 630 мм:

$$l_n = \pi \cdot D = 3,14 \cdot 0,63 = 2,0 \text{ м.}$$

Кількість витків Ø 15 мм навколо труби Ø 630 мм складає:

$$n = L_{15} / l_n = 1733/2 = 867 \text{ шт.}$$

При довжині сталевго трубопроводу Ø630 мм в межах будівлі фільтрів (рис. 3) $L_{630} = 40$ м, крок обгортання труби Ø15 мм складе

$$K = L_{630} / n = 40/867 = 0,046 \text{ м}$$

Приміщення залів фільтрів станцій водоочищення мають специфічні мікрокліматичні та конструктивно-будівельні особливості при формуванні теплових і вологісних потоків, котрі визначають вибір того чи іншого технічного рішення щодо забезпечення необхідних температурних, вологісних та санітарно-гігієнічних умов. Саме тому реконструкцію систем ОВ, необхідно проводити враховуючи особливості технологічного процесу.

У зв'язку з несприятливими мікрокліматичними умовами в залах фільтрів, необхідно здійснити перевірку наявності конденсату в товщі огорожувальних конструкцій, їх опору теплопередачі, достатності теплової потужності системи опалення, розробити заходи, щодо реконструкції систем ОВ, для забезпечення нормованих температурно-вологісних параметрів повітря.

Висновок. Для реконструкції систем опалення будівель фільтрів станцій водоочищення рекомендується використовувати низькопотенційне тепло ґрунту, природних, стічних і скидних вод технологічних процесів, яке можна утилізувати за допомогою ТН.

1. Кізєв М.Д. Використання теплових насосних установок для оптимізації і регулювання температурного режиму очистки стічних вод на каналізаційних очисних спорудах. // Збірка доповідей Міжнародного Конгресу «ЕТЕВК–2011» Україна, Крим, м. Ялта, 6-10 червня 2011 р., с. 282-286.

2. ДБН В 2.5.75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі. Основні

положення проектування. - К., Мінрегіонбуд, 2013. - 210 с.