

Т.С. Кугаєвська, к.т.н., доц.,
Л.Л. Зубричева, ст. викладач, Л.С. Зубричев, студент
Полтавський національний технічний університет
імені Юрія Кондратюка

МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ ТЕПЛОАДХОДЖЕНЬ ВІД СТІЧНИХ ВОД НА КАНАЛІЗАЦІЙНІЙ НАСОСНІЙ СТАНЦІЇ

Запропонована методика оцінювання теплонадходжень від стічних вод на каналізаційній насосній станції. Ця методика дозволяє розроблювати рекомендації щодо впровадження інноваційних технологій енергозбереження на каналізаційній насосній станції.

Ключові слова: методика розрахунків, енергозбереження, каналізаційна насосна станція, стічні води.

Предложена методика оценки тепловых поступлений от сточных вод на канализационной насосной станции. Эта методика позволяет разрабатывать рекомендации по внедрению инновационных технологий энергосбережения на канализационной насосной станции.

Ключевые слова: методика расчётов, энергосбережение, канализационная насосная станция, сточные воды.

The article contains method estimation of heat receipt from sewages on the sewerage pump station. This method permit to elaborate recommendations for introduction modern technologies saving energy on the sewerage pump station.

Key words: methodic estimation, saving energy, sewerage pump station, sewages.

Постановка проблеми. Стічні води, що надходять до каналізаційної насосної станції, в більшості випадків мають температуру, яка перевищує нормативну температуру приміщень [4, 5]. Кількісний аналіз надлишкової теплоти в опалювальний період надає можливість розгляду додаткових шляхів енергозаощадження.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Новітні технології альтернативного енергозабезпечення активно вивчаються [2, 3]. Одним із важливих джерел енергозаощадження в міському господарстві є використання низькопотенціальної теплоти відновлюваних і скидних джерел [1, 4]. Указані праці доводять підвищену увагу до цієї проблеми.

Виділення не розв'язаних раніше частин проблеми. «Нормативные документы в области водоснабжения и канализации не отвечают современным требованиям и нуждаются в основательной переработке» [5]. Наразі виникла необхідність в оцінюванні теплонадходжень від стічних вод на каналізаційній насосній станції при їх проектуванні та реконструкції. Альтернативні напрями енергозбереження на водопровідно-каналізаційних спорудах необхідно обґрунтовувати відповідними теплотехнічними розрахунками.

Мета статті – розроблення методики оцінювання надходжень теплоти від стічних вод на каналізаційній насосній станції (КНС).

Виклад основного матеріалу. Вихідними даними до розрахунків є графіки притоку і відкачування стічних вод, температура стічних вод, нормативні вимоги до мікроклімату приміщень, рекомендації з організації вентиляції та опалювання приміщень і конструктивні особливості споруди [6,7,8,9,10].

Ця методика розроблена на прикладі роботи КНС промислового підприємства.

У певні нічні години підприємство не працює і стічні води на станцію не надходять. Для визначення кількості теплоти, що надходить від системи опалення до приймального резервуара КНС, складається тепловий баланс для неробочого періоду

$$Q_{co} = Q_{втр}, \quad (1)$$

де Q_{co} – надходження теплоти в приймальний резервуар від системи опалення, $Вт$; $Q_{втр}$ – втрати теплоти приймальним резервуаром, $Вт$,

$$Q_{втр} = Q_c + Q_{нідл} + Q_{вен}. \quad (2)$$

де Q_c , $Q_{нідл}$ – втрати теплоти відповідно через зовнішні стіни і підлогу, $Вт$; $Q_{вен}$ – витрата теплоти на нагрівання вентиляційного повітря, $Вт$.

Розрахунок втрат теплоти приймальним резервуаром крізь огорожувальні конструкції здійснюється за загальною формулою, наведеною в джерелі [10],

$$Q_{oki} = \frac{F_i}{R_i} \cdot \Delta t, \quad (3)$$

де Q_{oki} – втрати теплоти і-ю зоною стіни або підлогою, $Вт$;

R_i – приведений опір теплопередачі і-ї огорожувальної конструкції, $(m^2 \cdot ^\circ C) / Вт$ [7];

Δt – розрахункова різниця температур, $^\circ C$ [10].

У результаті визначається необхідний тепловий потік у приймальний резервуар від системи опалення КНС.

Тепловий баланс для нижньої частини резервуара за вибраний інтервал часу має вигляд

$$\Delta Q = Q_{втр}^{н.ч.}, \quad (4)$$

$$\Delta Q = Q_{ст}^n - Q_{ст}^к, \quad (5)$$

де ΔQ – зміна тепловмісту стічних вод, $Дж$; $Q_{ст}^n$ – кількість теплоти, що надходить до приймального резервуара зі стічними водами, $Дж$; $Q_{ст}^к$ – тепловміст стічних вод наприкінці вибраного інтервалу часу, $Дж$; $Q_{втр}^{н.ч.}$ – втрати теплоти нижньою частиною приймального резервуара, $Дж$.

$$Q_{втр}^{н.ч.} = Q'_{підл} + Q'_{ст} + Q_{м.з.} + Q_{н.ст}, \quad (6)$$

де $Q'_{\text{вдл}}, Q'_{\text{ст}}$ – втрати теплоти через змочені поверхні зовнішніх огорожувальних конструкцій, Дж ; $Q_{\text{м.з}}$ – втрати теплоти через змочену поверхню стіни приймального резервуара, що межує з машинною залюю, Дж ; $Q_{\text{н.см}}$ втрати теплоти поверхнею водного дзеркала резервуара, Дж . Для початкових інтервалів часу треба враховувати втрати теплоти на нагрівання конструкцій, які огорожують резервуар.

Величини $Q'_{\text{вдл}}, Q'_{\text{ст}}$ розраховуються за формулою (7), у котрій приведений опір теплопередачі змочених стічними водами конструкцій визначається з урахуванням тепловіддачі від стічних вод до поверхні цих конструкцій,

$$Q' =_{\text{оки}} \frac{F'_i}{R'_i} \cdot \Delta t' \cdot \tau, \quad (7)$$

де τ – вибраний інтервал часу, с .

Втрати теплоти крізь змочену поверхню стінки, яка межує з машинною залюю, Дж ,

$$Q_{\text{м.з}} = \frac{F'_{\text{м.з}}}{R'_{\text{см}}} (t_{\text{см}} - t_{\text{м.з}}) \cdot \tau, \quad (8)$$

де $t_{\text{м.з}}$ – температура повітря машинної зали, $^{\circ}\text{C}$; $t_{\text{см}}$ – середня за вибраний інтервал часу температура стічних вод, $^{\circ}\text{C}$.

$$t_{\text{см}} = \frac{t_{\text{см}}^n + t_{\text{см}}^k}{2}, \quad (9)$$

де $t_{\text{см}}^n$ – температура стічних вод, з якою вони надходять до КНС, $^{\circ}\text{C}$, установлюється відповідно до нормативної літератури [9].

Втрати теплоти поверхнею водного дзеркала резервуара, Дж ,

$$Q_{\text{н.см}} = \alpha \cdot (t_{\text{н.см}} - t_n) \cdot F_{\text{н.см}} \cdot \tau, \quad (10)$$

де $F_{\text{н.см}}$ – площа поверхні дзеркала стічних вод, м^2 ; α – коефіцієнт тепловіддачі від поверхні стічних вод до повітряного середовища, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$; $t_{\text{н.см}}$ – середня за вибраний інтервал часу температура поверхні стічних вод, $^{\circ}\text{C}$; t_n – середня за вибраний інтервал часу температура повітря приймального резервуара, $^{\circ}\text{C}$ (цією температурою задаються).

Тепловміст стічних вод після їх остигання, Дж ,

$$Q_{\text{см}}^k = c \cdot \rho \cdot O_{\text{см}} \cdot t_{\text{см}}^k, \quad (11)$$

де c – питома масова теплоємність стічних вод, $\text{Дж}/(\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C})$; ρ – густина стічних вод, $\text{кг}/\text{м}^3$; $O_{\text{см}}$ – кількість стічних вод, що надходять до резервуара в метрах кубічних за вибраний інтервал часу τ ; $t_{\text{см}}^k$ – температура стічних вод після їх остигання за цей інтервал часу, $^{\circ}\text{C}$ (величина невідома, визначається за допомогою теплового балансу (4)).

Кількість теплоти, що надходить до приймального резервуара зі стічними водами за вибраний інтервал часу, Дж ,

$$Q_{cm}^k = c \cdot p \cdot O_{cm} \cdot t_{cm}^n, \quad (12)$$

Розрахунок буде тим точнішим, чим менший інтервал часу прийнятий для складання теплового балансу.

У результаті розрахунку теплового балансу нижньої частини приймального резервуара визначили: температуру, до якої остигають стічні води за певний проміжок часу, та кількість теплоти, відданої стічними водами за цей проміжок часу до верхньої частини приймального резервуара, а також до машинної зали.

Для обчислення теплового балансу нижньої частини приймального резервуара задаються середньою за вибраний інтервал часу температурою повітря у верхній частині приймального резервуара. Крім того, необхідно враховувати зміну температури повітря у машинній залі в робочий період. Правильність прийнятих температур перевіряється теплоповітряними балансами верхньої частини приймального резервуара та машинної зали.

Тепловий баланс верхньої частини приймального резервуара для вибраного інтервалу часу

$$Q_{над}^{6.ч} = Q_{втр}^{6.ч}, \quad (13)$$

$$Q_{с.о} + Q_{п.ст.} + Q_{над}^{ген} = Q_{вит} + Q_{втр}^{ген} + Q_{з.кон} \pm Q_{в.кон}, \quad (14)$$

де $Q_{втр}^{6.ч}$ – сумарні надходження теплоти у верхню частину резервуара, Дж; $Q_{втр}^{6.ч}$ – сумарні втрати теплоти верхньою частиною приймального резервуара, Дж;

$Q_{с.о}$ – надходження теплоти від системи опалення, Дж; $Q_{п.ст.}$ – надходження теплоти від поверхні дзеркала стічних вод, Дж; $Q_{над}^{ген}$ – надходження теплоти з припливним повітрям, Дж; $Q_{вит}$ – втрати теплоти на випаровування вологи з поверхні резервуара, Дж; $Q_{втр}^{6.ч}$ – втрати теплоти з витяжним повітрям, Дж; $Q_{з.кон}, Q_{в.кон}$ – втрати теплоти через огорожувальні конструкції, Дж; знак «±» показує, що тепловий потік може змінювати свій напрямок залежно від співвідношення між температурами відповідних приміщень.

Висновки. Періодичність подачі й відкачування стічних вод, роботи насосів обумовлює змінність температурного режиму КНС, який необхідно кількісно оцінювати за допомогою теплових та теплоповітряних балансів.

Отримана методика розрахунку теплового потоку від стічних вод дозволяє виконувати такий аналіз. Наведені залежності доцільно використовувати при проектуванні та реконструкції систем опалення і вентиляції каналізаційних насосних станцій (з урахуванням особливостей кожної станції).

Література

1. *Использование теплоты неочищенных сточных вод в качестве теплоносителя/Ю.Н. Похил//Водоснабжение и санитарная техника. – 2004. – №3. – С.25 – 27.*
2. *Від енергозберігаючих проектів – до їх реалізації//Міське господарство України. – 2009. – №1. – С.11 – 13.*
3. *Не залежатимемо від енергетичних криз/Міське господарство України. – 2009. – №1. – С.14 – 18.*
4. *Робота теплової помпи, що використовує тепло ґрунту і стічних вод у системі гарячого водопостачання/В.Ф. Гершкович//Ринок інсталяцій. – 2009. – №2. – С.20 – 25.*
5. *Опыт проектирования водопроводных и канализационных сооружений/А.Б. Щегляев, П.А. Ивкин, Е.В. Двинских и др.//Водоснабжение и санитарная техника. – 2009. – №1. – С.51 – 57.*
6. *ДБН В.2.6 – 31:2006. Теплова ізоляція будівель/Мінбуд України: –К., 2006.– 64с.*
7. *СНиП 2.04.05-91*У. Отопление, вентиляция и кондиционирование.– К.: ЗНИИЭП,1996. – 64 с.*
8. *СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения/Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 72 с.*
9. *Канализация населенных мест и промышленных предприятий/Н.И. Лихачев, И.И. Ларин, С.А. Хаскин [и др.]; под общ. ред. В.Н.Самохина; 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1981. – 639 с. – (Справочник проектировщика).*
10. *Внутренние санитарно-технические устройства.: в 3-х ч. Ч.1. Отопление /В.Н. Богословский, Б.А. Крупнов, А.Н.Сканави [и др.]; под ред. И.Г. Староверова и Ю.И. Шиллера; 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат,1991. – 344 с.: ил. – (Справочник проектировщика).*

Надійшла до редакції 20.05.2009

© Т.С. Кугаєвська, Л.Л. Зубричева, Л.С. Зубричев