

Определены основные показатели работы атмосферной сушильной установки, в частности, время подсушивания материала до заданного конечного влагосодержания.

Свободная конвекция, тепловой баланс сушиллки, скорость сушки, время подсушивания материала.

The basic performance's measures of the atmospheric drying set, in particular the predrying's time of the material to a predetermined final moisture content are determined.

Free convection, heat balance of drying set, drying speed, predrying's time of the material.

УДК 631.3:621.1

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМУ ВОДОНАПІРНОЇ БАШТИ

В.Є. Василенков, кандидат технічних наук

Є.В. Журавльов, студент магістратури

Наведено дослідження теплового режиму водонапірної башти в зимовий період. Розглянуто модернізацію конструкції водонапірної башти з використанням нагрівальних кабелів.

Система водопостачання, витрата води, башта Рожновського, тепловий режим.

Актуальність проблеми витікає із відомого факту, що діяльність, а саме життя людей і тварин неможливе без води. Люди і тварини можуть тижнями бути без їжі, а без води – тільки 2–3 дні. Тому, порушення водопроводної мережі з баштами Рожновського призводить до важких наслідків. Особливо небезпечно розмерзання цієї мережі для умов суворих зим останніх років для Київської області, коли мінімум від'ємної температури сягав максимуму $-25 - 32^{\circ}\text{C}$, для південно-східної частини нашої держави – більше -40°C . Відомо, що при зниженні температури нижче 4°C , об'єм води починає збільшуватися приблизно на 10 %, при замерзанні – тиск у замкнутому просторі сягає 250 МПа [1]. Під дією високого тиску відбувається розрив (розморожування) самих стійких трубопроводів і башт. Розморожена водяна система, як правило, не підлягає ремонту і вимагає повної заміни.

Незважаючи на те, що явища розморожування водяних систем давно відомі та добре відомі катастрофічні наслідки цих явищ, як показав літературно-патентний пошук, проблема захисту водопроводної мережі від розмерзання ще далека до свого задовільного практичного вирішення.

У сільському господарстві на різні технологічні потреби потрібна достатньо велика кількість води. Тому організація надійного безперебійного

водопостачання сільськогосподарських споживачів є однею з найважливіших завдань сільськогосподарського виробництва.

Нині більшість систем водопостачання на селі організовано з використанням відносно дешевих металевих водонапірних башт Рожновського. Їх істотним недоліком є обмерзання внутрішньої поверхні стінок у зимовий період року.

При цьому насамперед порушується робота систем автоматичного регулювання рівня води (датчиків рівнів), знижується корисний об'єм башти і зрештою відбувається її механічне руйнування [3]. Як показала практика застосування захисту башти від обмерзання за допомогою її теплоізоляції в деяких господарствах неефективно, оскільки вимагає значних додаткових витрат, що зводять тим самим нанівець головну перевагу башти Рожновського – її дешевизну, при цьому прискорюється корозія стінок башти при потряплянні між ними і теплоізоляцією вологи. Також важко виявити і у подальшому усунути можливі затікання. Разом з тим відомі випадки істотного підвищення стійкості водонапірної башти до обмерзання шляхом повнішого використання тепла води, що надходить зі свердловини.

Слід також зазначити, що останнім часом значно скоротилося як сільське населення, так і кількість сільськогосподарських тварин, тобто споживання води впало, а башти були спроектовані і запущені в експлуатацію раніше. У баштах почався процес застою води, при цьому втрачається якість води, а в зимовий період вода замерзає і як результат – вихід з ладу башт.

Таким чином, запобігання надмірному обмерзанню башт Рожновського нині є актуальним завданням.

Мета досліджень – вивчення температурного режиму водонапірної башти при негативних температурах навколишнього повітря..

Матеріали і методика досліджень. Використовується методика теплового потоку через циліндричну стінку, диференціальні та інтегральні методи підрахунків.

Результати досліджень. Тепловий потік через циліндричну стінку розраховуємо за виразом:

$$Q = \frac{\pi l (T_{\text{в}} - T_{\text{пов}})}{\frac{1}{\alpha_1 d_{\text{зов}}} + \frac{1}{2\lambda_{\text{ст}}} \ln \frac{d_{\text{зов}}}{d_{\text{вн}}} + \frac{1}{2\lambda_{\text{л}}} \ln \frac{d_{\text{вн}}}{d_{\text{вн.л}}} + \frac{1}{\alpha_2 d_{\text{вн.л}}}}, \quad (1)$$

де Q – тепловий потік, Вт; l – висота циліндра, м; $T_{\text{в}}$ – температура води в башті, °С; $T_{\text{пов}}$ – температура навколишнього повітря, °С; α_1 – коефіцієнт тепловіддачі від стінки до повітря; α_2 – коефіцієнт тепловіддачі від води до крижаної стінки; $\lambda_{\text{ст}}$ – коефіцієнт теплопровідності сталевих стінок; $\lambda_{\text{л}}$ – коефіцієнт теплопровідності стінки льоду; $d_{\text{зов}}$ – зовнішній діаметр сталевих стінок, м; $d_{\text{вн}}$ – внутрішній діаметр сталевих стінок, м; $d_{\text{вн.л}}$ – внутрішній діаметр стінки льоду, м.

З іншого боку, енергію, яка повинна надходити в башту щомиті з водою зі свердловини, знайдемо за виразом:

$$Q = c\rho V\Delta T, \quad (2)$$

де c – питома теплоємність води, кДж/кг $^{\circ}$ С; ρ – густина води, кг/м 3 ; V – об'єм води, що надійшла в башту зі свердловини за 1 с, м 3 /с; ΔT – різниця температур води в башті і свердловині, $^{\circ}$ С.

Рівняння теплового балансу запишемо так:

$$-CldT = (T_1 - T_{нов})\alpha_1 S_1 dt; \quad (3)$$

$$-CldT = 2\pi\lambda_{cm}l \frac{T_2 - T_1}{\ln \frac{R_1}{R_2}} dt; \quad (4)$$

$$-CldT = (T_{води} - T_2)\alpha_2 S_2 dt, \quad (5)$$

де C – теплоємність маси води в циліндрі висотою 1 м, Дж/(м $\cdot$ К); dt – проміжок часу, с; T_1 – температура зовнішньої стінки, $^{\circ}$ С; T_2 – температура внутрішньої стінки, $^{\circ}$ С; dT – зміна температури води за час dt , $^{\circ}$ С; R_1 – радіус зовнішньої поверхні, м; R_2 – радіус внутрішньої поверхні, м; S_1 – площа зовнішньої поверхні стінки, м 2 ; S_2 – площа внутрішньої поверхні стінки, м 2 .

Перетворюючи рівняння (3) – (5) та інтегруючи, отримаємо:

$$t = K \ln \frac{T_{поч} - T_{нов}}{T_{кін} - T_{нов}}, \quad (6)$$

де $T_{поч}$ – початкова температура води, $^{\circ}$ С; $T_{кін}$ – кінцева температура води, $^{\circ}$ С.

$$K = -\frac{c\rho R_2^2}{2} \left(\frac{1}{\alpha_1 R_1} + \frac{\ln \frac{R_1}{R_2}}{\lambda_{cm}} + \frac{1}{\alpha_2 R_2} \right). \quad (7)$$

За залежністю (6) можна визначити час охолодження води t у водонапірній башті від $T_{поч}$ до $T_{кін}$. На рис. 1 показано залежності, отримані за рівнянням (6) роботи [5].

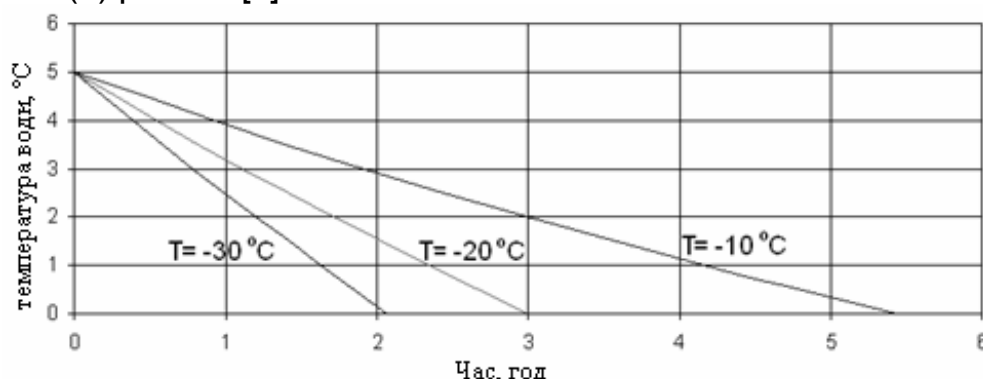


Рис. 1. Залежність температури води від часу

На рис. 2 показано отримані графіки залежності товщини льоду, що утворився на внутрішній стінці водонапірної ємкості башти, від часу.

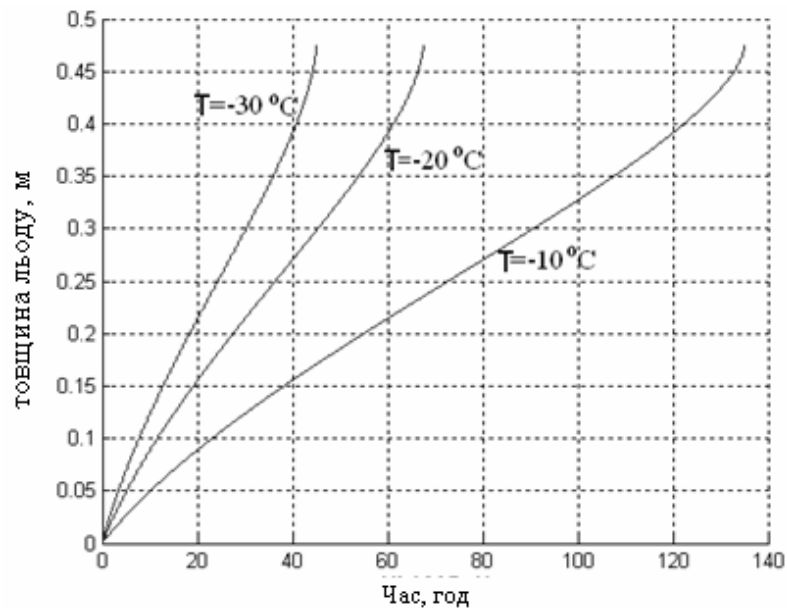


Рис. 2. Залежність товщини льоду, що утворився на внутрішній стінці водонапірної ємкості башти від часу

Запропоновано спосіб захисту водонапірної башти з нагрівальними кабелями [2]. Для досягнення цієї мети необхідно у водонапірну башту додатково за дотичною до циліндричної форми бака з внутрішнього її боку розташовувати нагрівальні кабелі температурою $65^{\circ}\text{C} - 110^{\circ}\text{C}$. Підключення кабелів здійснюється на ізоляційній панелі у верхній частині башти, із захищеною кришкою, недоступною для вологи.

Висновки

1. У результаті проведеного аналізу роботи водонапірних башт Рожновського в зимовий період року встановлено, що при температурі повітря -10°C температура в башті буде становити 5°C через 5,5 год, а товщина льоду через 140 год буде близько 45 см, а при -30°C температура в башті буде становити 5°C через 2 год, при цьому та ж сама товщина льоду буде сягати вже через 40 хв.

2. Теоретично встановлено, що інтенсивність льодоутворення значно можна зменшити, скоротивши час знаходження в ємкості башти одного і того ж об'єму води (застою) шляхом забезпечення циркуляції води в порожнині башти.

3. Підвищення її стійкості до обмерзання може бути досягнуто за рахунок модернізації конструкції водонапірної башти, а саме використання нагрівальних кабелів, що розташовані за дотичною до кола всередині башти.

4. Економічний ефект за рахунок зниження частоти відмов при використанні нагрівальних кабелів і як результат підвищення надійності водопостачання становить 5194 грн. на одну башту за цінами 2012 р.

Список літератури

1. Новиков Ю.В. Вода и жизнь на земле / Ю.В. Новиков, М.М. Сайфутдинов. – М.: Наука, 1981. – 184 с.

2. Пат. на корисну модель №74001. Водонапірна башта з нагрівальними кабелями / Василенков В.Є. – заявл. 10.04.2012; опубл. 10.10.2012. Бюл. №19.

3. Петько В.Г. Незамерзаюча водонапірна вежа / В.Г. Петько, А.Б. Рязанов // Сільський механізатор. – 2008. – № 2. – С. 32.

4. Петько В.Г. Усовершенствование конструктивных параметров водонапорных башен Рожновского для повышения стойкости к обмерзанию / В.Г. Петько, А.Б. Рязанов // Известия Оренбургского гос. агр. ун-та. – 2009. – № 4. – С. 85–86.

5. Рязанов, А.Б. Исследования динамики охлаждения воды в водонапорной башне Рожновского / А.Б. Рязанов // Известия Оренбургского гос. агр. ун-та. – 2011. – № 1. – С. 50–51.

Приведены исследования теплового режима водонапорной башни в зимний период. Рассмотрено модернизацию конструкции водонапорной башни с использованием нагревательных кабелей.

Система водоснабжения, расход воды, башня Рожновского, тепловой режим.

In article pyvedeny Studies thermal conditions vodonapornoy tower in the Winter period. We consider upgrading water tower designs using heating cables.

The system water's supply, Consumption of water, tower Rozhnovsky, thermal regime.

УДК 626.821.32

КІНЕМАТИЧНА СТРУКТУРА ПОТОКУ ЗА ВОДОВИПУСКНИМИ СПОРУДАМИ НАСОСНИХ СТАНЦІЙ

**М.А. Палішкін, О.Т. Карпусь, кандидати технічних наук
Б.Т.Карпусь, інженер**

На основі експериментальних досліджень кінематики потоку в придонній частині каналів за водовипускними спорудами насосних станцій одержано статистичні характеристики пульсацій придонних швидкостей та дано оцінку розмиваючої властивості потоку.

Водовипускна споруда, канал, турбулентність, нижній б'єф, розмиваюча здатність потоку.

Надлишок, або просто наявність води в одних місцях та нестача в інших, де вона необхідна, є актуальною як у минулому, так і нині. За багатьма прогнозами ця проблема буде наростати. Тому, воду потрібно подавати з одних регіонів в інші. При цьому за водовипусками має місце підвищена турбуляризація потоку, що призводить до розмиву гідротехнічних споруд.

Мета досліджень – встановлення закону розподілу максимуму придонних швидкостей, проведення кореляційного та спектрального аналізу пульсацій швидкостей, оцінка розмиваючої здатності потоку.

© М.А.Палішкін, О.Т.Карпусь, Б.Т. Карпусь, 2013