

О. Ф. БУЛЯНДРА, доктор технічних наук
Національний університет харчових технологій
М. М. ЯНЧАРЕК, кандидат технічних наук
Люблінський політехнічний інститут

АНАЛІЗ ПЕРЕДАЧІ ТЕПЛОТИ КРІЗЬ ЗОВНІШНЮ СТІНКУ СКЛАДСЬКОГО ПРИМІЩЕННЯ З УРАХУВАННЯМ ДИНАМІКИ ЗМІН АТМОСФЕРНОЇ ТЕМПЕРАТУРИ

Наведено аналіз впливу змін параметрів атмосферного повітря на втрати енергії за умови, що багатошарові зовнішні стіни складських приміщень для зберігання харчових продуктів розраховано статичним методом. На конкретному прикладі зміни температури в околицях міста Любліна запропоновано в розрахунках враховувати динамічний характер зміни параметрів атмосферного повітря, що дає можливість зменшити амплітуду коливання температури і, відповідно, тепловий потік у приміщенні.

Ключові слова: температура, стіна, теплопровідність, теплова інерційність, зсув фаз температур, сонячна радіація.

Приводится анализ влияния изменений параметров атмосферного воздуха на потери энергии при принятии в данное время статическом методе расчета многослойных внешних стенок складских помещений для хранения пищевых продуктов. На конкретном примере изменения температуры на окраинах города Люблина предлагается в расчетах учитывать динамический характер изменения параметров атмосферного воздуха, что дает возможность снизить амплитуду колебаний температуры и, соответственно, тепловой поток в помещении.

Ключевые слова: температура, стена, теплопроводность, тепловая инерционность, сдвиг фаз температур, солнечная радиация.

Енергетична криза в усіх країнах світу сприяє активізації досліджень, що спрямовані на енергозбереження і, як наслідок, на вимушене застосування енергозбережних техніки і технологій. Зберігати

енергію зобов'язані не тільки найбільші споживачі її, а й малі підприємства. Значну частину енергії у харчових виробництвах використовують на отримання певної постійної температури в теплових технічних коморах, зокрема на процеси нагрівання, охолодження або кліматизації. Під тепловими

технічними коморами розуміємо такі технічні об'єкти, як складські приміщення, що призначені для зберігання харчових продуктів, складські холодильники і подібні до них об'єкти харчової промисловості, в яких немає вікон або існує мінімальна скляна поверхня [1, 2].

Сучасні методи проектування стін теплових технічних комор, які використовуються донині, враховують кліматичні умови тільки в статичний спосіб, тобто середню річну температуру повітря регіону. Однак коливання температури атмосферного повітря за своєю природою є динамічним і залежить від пори року, місяця і доби [3]. Як змінюється температура атмосферного повітря в околицях міста Любліна, досліджував один із авторів цієї статті протягом 18 місяців.

Отримані результати добового коливання атмосферної температури свідчать, що воно близьке до синусоїдального з чітко вираженим максимумом о 12...14 год дня, а мінімумом — у нічний час, приблизно о 2 год (рис. 1а). Подібним чином змінюється зовнішня температура впродовж місяця (рис. 1б). Такі самі коливання температур спостерігаються протягом року (рис. 1в). З рис. 1, в видно, що максимум синусоїдального коливання зовнішньої температури спостерігається в літні місяці, а мінімум — узимку.

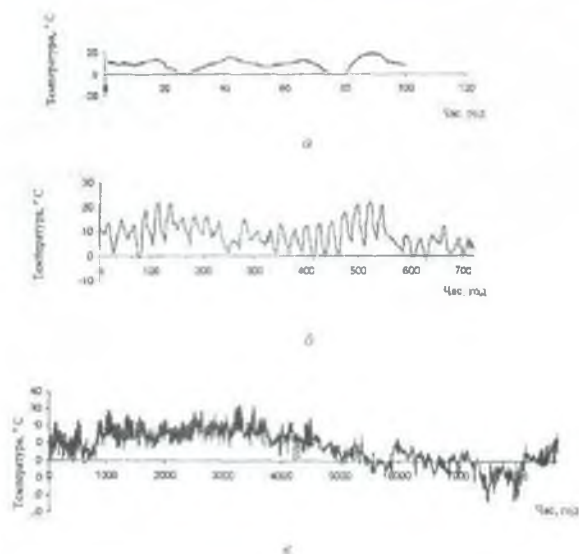


Рис. 1. Зміна атмосферної температури, яка зареєстрована в околицях міста Любліна у 2002 р.:

а — за перші три доби квітня; б — протягом квітня; в — протягом усього року

Розглянемо, як можна використати отримані результати дослідження для економії енергії у сховищах харчових продуктів. На рис. 2, а показано усереднені результати добової зміни температури в осінньо-весняний період. Максимуми температур можуть зростати в сонячні дні за рахунок сонячної радіації.

Зміна внутрішньої температури сховища визначається характером зміни зовнішньої температури. Але величина амплітуди залежить від теплоємності і теплового опору стін. Щоб забезпечити термостабільність сховища, треба в конструкціях зов-

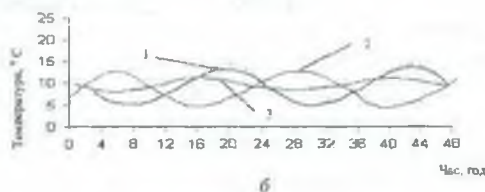
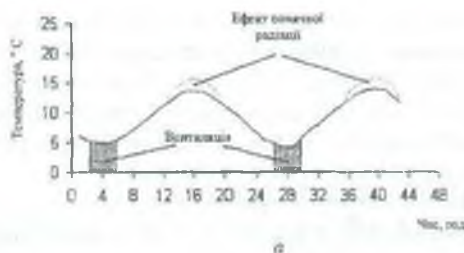


Рис. 2. Добова зміна температури:

а — атмосферної з урахуванням сонячної енергії та провітрювання приміщення; б — всередині комори при різних кутах зсуву теплового потоку

нішніх стін застосувати матеріали, які дають можливість зсувати в часі вплив зовнішньої температури. Зсув температури за фазою залежить від товщини стіни, тобто від її маси, густини та теплоємності матеріалу. Матеріал стін має забезпечити максимально можливу акумуляцію теплоти. Завдяки цьому зміна зовнішньої температури повітря буде менше впливати на внутрішню температуру. Це означає, що взимку можна заощаджувати енергію. Завдяки стабільній внутрішній температурі сховища витрати енергії на нагрівання значно скорочуються. Влітку, навпаки, теплота сонячної радіації поглинається і акумулюється в стінах. Вночі акумульована енергія випромінюється в навколишнє середовище. В осінньо-весняний період завдяки правильно розрахованим зовнішнім стінам, потрібна температура всередині сховища може підтримуватися здебільшого без застосування електроагрегатів.

Залежно від теплоємності стін період коливання внутрішньої температури буде різним. На рис. 2, б наведено результати розрахунків при тригодинному (крива 1) і 12-годинному (крива 2) зсувах фаз внутрішньої температури. Накладаючи зовнішні поля температур на внутрішні, отримаємо сумарну синусоїдальну криву (крива 3) із значно меншою амплітудою коливання. Це свідчить, що найкориснішим є випадок, коли об'єкт має стіни, які дають змогу реалізувати 12-годинний зсув фази вектора теплового потоку [4, 5]. Ця амплітуда може бути ще зменшена завдяки нічному провітрюванню приміщення.

З наведених рисунків випливає, що природна динаміка змін температури атмосферного повітря має врахуватися в алгоритмі проектування зовнішніх багат шарових стін у теплових технічних коморах. Запроектована в такий спосіб багат шарова стіна дасть змогу зберегти значну кількість енергії, якщо підтримувати потрібну оптимальну температуру всередині цих комор. На основі аналізу багатьох наукових праць, присвячених проблематиці фізики будо-

ви [6, 7], можемо зробити висновок, що теплоємності технічних комор і самих харчових продуктів суттєво впливають на основні якісні властивості цих об'єктів з позицій економії витрат енергії, термічної стабільності теплової комори та забезпечення потрібних теплових параметрів у цих приміщеннях.

Величини, які визначають тепловий стан складських приміщень, слід аналізувати одночасно з процесами теплообміну, з урахуванням кількості повітря і вологості, які характерні для комори. Теплові умови в складських приміщеннях харчової промисловості визначають якість і тривалість зберігання в них харчових продуктів, характерний перебіг технологічних процесів, довговічність і тривалість працездатності будівельних конструкцій.

Теплові умови приміщення і результати взаємодії таких факторів, як температура, переміщення і вологість повітря, зміни параметрів повітря по довжині й висоті приміщення, а також потоків випроміненої енергії залежать від температури, розмірів, положення і фізичних властивостей випромінювальних поверхонь, які є в приміщенні. Внаслідок теплообміну конвекцією і випромінюванням, а також масообміну в приміщенні температури його поверхні й повітря взаємозалежні між собою.

На основі проведених досліджень можна зробити висновок, що об'єкт, який має максимальні термо-стабільні властивості щодо періодичних змін температури вдень і вночі, характеризується набагато меншими енергетичними втратами на кліматизацію порівняно з таким самим об'єктом, але невідповідно запроєктованим, за умови, що автоматична система регулювання його кліматизаційних пристосувань була розрахована на оптимальне регулювання при максимальних відхиленнях температури.

Висновки:

1. Проведені дослідження змін температури атмосферного повітря показали, що вони мають синусоїдальний характер.

2. Зміна внутрішньої температури складських приміщень залежить від коливань температури атмосферного повітря і від теплового опору зовнішніх стін.

3. Врахування динаміки змін зовнішньої температури середовища і добір необхідного теплового опору зовнішніх стін дає можливість значно знизити амплітуду коливання температури внутрішнього середовища. Найкращі результати отримано при 12-годинному зсуві фаз.

ЛІТЕРАТУРА

1. Janczarek M.M. Model przewodzenia ciepła przez przegrody zewnętrzne w chłodniach i przechowalniach produktów spożywczych uwzględniający zmiany temperatury atmosferycznej: Symposium Naukowe „Problemy Konstrukcji Maszyn Przemysłu Spożywczego”. — Kazimierz Dolny, 1994. — Str. 65, 66.
2. Janczarek M.M. Algorithm of Project of Internal Walls with Several Layers of Thermal Technical Spaces in Aspect of Control of their Heat Processes: Międzynarodowy Kongres "Machine Tools Automation and Robotics in Mechanical Engineering". — Praha (Republika Czeska), 1996. — Str. 189 — 194.
3. Janczarek M.M. Model przejścia ciepła przez ścianę komory technicznej // Rynek Energii (dwumiesięcznik). — Kaprint — Lublin, 1996. — Nr 3(4). Str. 18–20.
4. Janczarek M.M. Termostabilność pomieszczeń składowych w aspekcie oszczędności wydatków energetycznych // Rynek Energii. — Kaprint — Lublin, 2002. Nr 1 (38), luty.
5. Jancharek M. Computer simulation of process of penetration of heat through a structural wall // Mechanical engineering (National Monthly Scientific-Technical and Industrial Journal). — Lwów (Ukraine). — 2002. — Nr 8 (62), august.
6. Bogoslovski W.N. Fizyka budowli. — Warszawa: Wydawnictwo "ARKADY", 1975.
7. Athienitis A. Building Thermal Analysis — Math Soft. Inc. — Montreal, 1999.

Одержана редколлезією 25.02.05 р.