3. Зингер Н.М., Тарадай А.М., Бармина Л.С. Пластинчатые теплообменники в системах теплоснабжения. – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 256 с.

Получено 20.11.2012

УДК 692.23

Б.А.КУТНИЙ, канд. техн. наук, А.О.БОРИСЮК
Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка

АНАЛІЗ ТЕПЛОВОЛОГІСНОГО РЕЖИМУ ОГОРОДЖУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ПРИ ПРОГРАМНОМУ КЕРУВАННІ ВІДПУСКУ ТЕПЛОТИ

Проаналізовано підходи і методи розрахунку тепловологісного режиму огороджуючих конструкцій та розглянуто вплив зміни внутрішніх параметрів приміщення на тепловологісний режим огороджуючих конструкцій.

Проанализированы подходы и методы расчета тепловлажностного режима ограждающих конструкций и рассмотрено влияние изменения внутренних параметров помещения на тепловлажностный режим ограждающих конструкций.

Analyzed approaches and methods of calculation of warm and damp conditions of enclosing structures and the influence of the change in the internal parameters of the premises on the тепловлажностный mode enclosing structures.

Ключові слова: тепловологісний режим, огороджуючі конструкції, енергозбереження, нестаціонарна задача, внутрішня температура, програмний відпуск теплоти.

Важливою проблемою в наш час є підтримання комфортних умов проживання. Тобто, збереження мікроклімату приміщень, в яких знаходиться людина. Одним з основних показників мікроклімату приміщення є тепловологісний режим, який напряму пов'язаний з теплотехнічними характеристиками огороджуючих конструкцій. Недотримання нормативних показників температури та вологості повітря призводить не тільки до погіршення фізичного стану людей, які в ньому знаходяться, але й до пошкодження та руйнування огороджуючих конструкцій. Відомо, що важливим фактором пошкодження огороджуючих конструкцій є вологість. Часто можна спостерігати в приміщеннях з високою вологістю грибок, відпадання штукатурки на внутрішніх поверхнях огороджень. Такі процеси також часто спостерігаються і ззовні огороджень.

Тепловологісні процеси досліджували багато вчених. Проте питання нестаціонарного тепловологісного режиму (нестаціонарна задача) розглянуті лише частково.

Ще однією проблемою визначення вологості огороджуючих конструкцій, окрім аналітичного методу, є експериментальний. Візуальне виявлення пошкоджень огороджень внаслідок вологості ще не

дає відповіді на питання – скільки вологи є в конструкції, в якому фізичному стані вона знаходиться і в якому саме з шарів огородження накопичення вологи є максимальним; та чи призведе це, при зміні внутрішніх параметрів приміщення, до подальшого руйнування огороджуючої конструкції. На даний момент на ринку товарів існує декілька приладів вимірювання вологості в товщі огороджуючої конструкції (вологоміри). Але ці прилади являються високовартісними.

Відповіді на вище поставлені питання дадуть змогу обрати відповідні будівельні конструкції для того чи іншого району будівництва зі збереженням будівельних та санітарно-гігієнічних норм.

Питання тепловологісного режиму огороджуючих конструкцій досліджували такі вчені: Фокін К.Ф., Богословський В.Н., Ликов А.В., Ельтерман В.М. [1-4] та інші. Матеріали з'їзду вчених на Всеросійську науково-технічну конференцію 2008, 2009, 2011 років показують, що останнім часом стану огороджень почали приділяти значно більшу увагу. Горшков А.С., Кнатько М.В., Крайнов Д.В. та ін. вологісний режим огороджуючих конструкцій, та будівель в цілому, розглядають з точки зору енергоефективності сучасних споруд та будівель старої забудови [7,12]. Українські науковці все частіше почали звертати увагу на проблему визначення вологості огороджуючих конструкцій.

Однак, основною проблемою є відсутність чіткої методики розрахунку тепловологісного режиму огороджень при періодичній зміні внутрішньої температури приміщення (нестаціонарне охолодження та нагрівання приміщення). Тобто, коли протягом деякого періоду часу відбувається суттєве коливання температури всередині та ззовні будівлі.

В процесі програмного відпуску теплоти огороджуючі конструкції підлягають швидко змінним температурним і вологісним впливам кліматичного і технологічного характеру. Для таких умов класичні широко відомі методи та методики розрахунку мають обмежене застосування. Так, наприклад, в одній із статтей [5] зроблена спроба побудувати математичний апарат, який дозволяє описати нестаціонарний тепломасообмін в багатошаровій огороджуючій конструкції за допомогою відповідних ймовірностних методів загальної теорії теплопровідності. Та зроблено висновок, що процес розповсюдження тепла, як і процес волого переносу, в точності підкоряється законам квантової фізики.

На початку XXI ст., з початком боротьби за енергоефективність, в нашій країні було підвищено значення опору теплопередачі огороджуючих конструкцій [6]. Дійсні будівельні норми і правила встановлюють вимоги до теплового захисту будівель в цілях економії енергії при забезпеченні санітарно-гігієнічних і оптимальних параметрів

мікроклімату приміщень та довговічності огороджуючих конструкцій будівель і споруд.

В наш час в холодний та перехідний період року з недавніх пір намагаються застосовувати програмне регулювання температури в приміщенні. Тобто знижувати навантаження на систему опалення, вентиляції і (або) кондиціювання, коли це необхідно в період підвищення зовнішньої температури повітря. Наприклад, при відсутності в приміщенні людей (вночі) або при наявності деяких технологічних процесів. Та збільшувати навантаження в період зниження зовнішньої температури повітря.

У будинках старої забудови, які не відповідають сучасним вимогам нормативного опору теплопередачі, але експлуатуються зі спробами регулювання внутрішньої температури, такі дії призводять до збільшення вологості повітря. І, як наслідок, відбувається порушення тепловологісного режиму огороджуючих конструкцій. Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є підвищення внутрішньої температури повітря та відповідна вентиляція приміщень. Але такі дії не дають можливості отримати бажану економію енергоресурсів. Іншим шляхом вирішення даної проблеми є пошук таких огороджуючих конструкцій, які б дозволяли забезпечувати відповідний тепловологісний режим при програмному керуванні відпуску теплоти.

Метою роботи є аналіз тепловологісного режиму огороджуючих конструкцій при програмному керуванні відпуску теплоти.

Проблема енергозбереження є однією з найактуальніших для сьогодення. Зміна кліматичних умов на планеті, обмеженість та нераціональне використання енергоресурсів може призвести до поступового «ресурсоголодування». З кожним днем запасів енергоресурсів на Землі стає все менше. Активно проводиться пошук альтернативних джерел енергії. Вартість електричної і теплової енергії постійно зростає. Ця проблема не оминула і нашу країну. Міське господарство виявляється достатньо енергоємним. В основному, це пояснюється тим, що більша частина існуючих будівель має невисокі теплозахисні властивості огороджуючих конструкцій. На сьогоднішній день структуру тепловтрат житлового будинку визначено. Встановлено, що втрати тепла через огороджуючі конструкції складають ≈66% (конструкції, що межують з грунтом – 27%, зовнішні стіни – 18%, вікна – 12%, покриття – 9%), а на підігрів зовнішнього повітря, що надходить у будинок через вентиляцію – ≈34%. Досліди закордонних вчених показують, що за рахунок зниження тепловтрат будівель можна зекономити більше 15% енергії. В спорудах, що не відповідають існуючим нормативним теплозахисним властивостям відбувається

порушення тепловологісного режиму. Особливо це спостерігається в будинках старої забудови. Перезволожені огороджуючі конструкції набагато швидше втрачають тепло, і в таких умовах дуже важко отримати економію енергоресурсів. Зрозумівши цю проблему, тепловологісному режиму огороджуючих конструкцій приділяють все більше уваги.

З початком світової боротьби за енергозбереження та енергоефективність зі зниженням зовнішньої температури повітря застосовують програмне регулювання теплоти. За кордоном такий метод використовують вже давно, у нас на вітчизняному просторі – тільки починають. Як вже було відмічено, зниження внутрішньої температури повітря призводить до пониження температури огороджуючих конструкцій і збільшення їх вологості. Окрім того, сама конструкція має вологу, яка отримується внаслідок декількох відомих причин [1, 3]:

- будівельна волога (це та кількість вологи, яка вноситься в огородження при спорудженні будівлі);
- грунтова волога (тобто та волога, яка може проникнути в огородження з грунту внаслідок капілярного всмоктування);
- атмосферна волога (котра проникає в огороджуючі конструкції в результаті змочування зовнішньої поверхні стін та даху);
- експлуатаційна волога (пов'язана з експлуатацією будівлі);
- гігроскопічна волога (яка проникає в огородження внаслідок сорбції з повітря).

Проте, процес поглинання та накопичення вологи для різних будівельних матеріалів не однаковий. Так, наприклад, в роботах [7,8] аналізується тепловологісний режим цегляних і бетонних стінових огороджуючих конструкцій. З матеріалів видно, що висока вологість огороджень впливає на їх теплотехнічні властивості та довговічність конструкцій. Для оцінки зміни вологості в товщі огороджуючої конструкції необхідний тривалий час і застосування спеціальних датчиків вимірювання вологості будівельних матеріалів. Ще одна робота присвячена температурно-вологісному режиму огороджуючих конструкцій на прикладі газобетону [9] розглядає вплив вологи на теплоізоляційні властивості матеріалу. Виявлено залежність фактичного вологовмісту залежно від зовнішньої та внутрішньої температури будівлі. Отже, кількість вологи, яка наявна в конструкції і накопичується в ній протягом певного періоду, має значний вплив на теплозахисні властивості житлових споруд.

Наявність та розміщення утеплюючого шару (утеплювача), який може знаходитись ззовні, в середині та з внутрішньої сторони огороджуючої конструкції, неабияк впливає на тепловологісний режим

огородження та дає можливість ефективно проводити програмний відпуск теплоти. В статті [10] проаналізовані переваги і недоліки зовнішнього та внутрішнього утеплення огороджуючих конструкцій (на прикладі зовнішніх стін), їх вплив на тепловологісний режим конструкцій. Зроблено висновок, що для ефективної експлуатації будівлі та покращення мікроклімату приміщень, при виборі теплоізоляції зовнішніх стін, необхідно враховувати стан конструкції огородження і будівлі в цілому.

Як вже було сказано, для різноманітних будівельних конструкцій процес поглинання вологи є різним. Тому і методи боротьби з вологістю пропонуються різні. В статті [11] визначено інтенсивність зволоження стін у разі капілярного всмоктування вологи. З досліджень видно, що існуючі огороджуючі конструкції в південних регіонах України мають високий показник вологості, що робить їх непридатними для тривалого перебування в них людей. Тому, для зниження інтенсивності капілярного всмоктування вологи та підтримання вологості стін на рівні, близькому до рівноважного, автори пропонують просочувати огородження на рівні гідроізоляційного поясу гідрофобними складами або установку електроосмотичного захисту. Робота [12] присвячена експериментальному аналізу різних огороджуючих конструкцій, що підлягають дії зовнішнім кліматичним і техногенним впливам. При цьому проаналізовано експлуатаційні характеристики та дана оцінка довговічності огородження, запропоновані методи для збільшення сроку служби стінової конструкції.

Таким чином, питання тепловологісного режиму огороджень сьогодні є досить актуальним: з одного боку – оскільки воно напряму пов’язане з комфортними умовами проживання для людини, з іншого – оскільки пов’язане з енергозбереженням.

В процесі експлуатації огороджуючі конструкції підлягають зміні тепловологісного режиму. Особливо такі процеси спостерігаються при періодичній зміні внутрішньої температури приміщення – програмному керуванні відпуску теплоти. Програмний відпуск теплоти дозволяє здійснювати необхідну економію енергоресурсів. Саме тому перспективним напрямком є пошук таких огороджуючих конструкцій, які б дозволяли забезпечувати відповідний вологісний режим при зміні внутрішньої температури повітря.

1. Фокин К. Ф. Строительная теплотехника ограждающих конструкций частей зданий / К. Ф. Фокин. – М.: Стройиздат, 1973. – 287 с.

2. Богословский В. Н. Тепловой режим здания / В. Н. Богословский. – М.: Стройиздат, 1979. – 248 с.

3. Лыков А. В. Теоретические основы строительной теплофизики / А. В. Лыков. – М.: АН БССР, 1961. – 520 с.

4. Эльтерман В.М. Вентиляция химических производств / В.М. Эльтерман. – М.: Стройиздат, 1980. – 288 с.

5. Рымкевич П. П. Физико-математические основы для описания нестационарной теплопроводности через ограждающие конструкции зданий и сооружений / П. П. Рымкевич, М. В. Хохлова, В. Б. Кокович, О. В. Рымкевич, А. С. Горшков // Строительная теплофизика и энергоэффективное проектирование ограждающих конструкций зданий: Сборник трудов II Всероссийской научно-технической конференции. 10-11.12.2009. – СПб., 2009. – С. 124-130.

6. ДБН В.2.6-2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. – К., 2006.

7. Сафин И. Ш. Экспериментальное определение влагосодержания по толщине ограждающей конструкции / И. Ш. Сафин, В. Н. Куприянов, Д. В. Крайнов, Р. А. Садыков // Строительная теплофизика и энергоэффективное проектирование ограждающих конструкций зданий: Сборник трудов III Всероссийской научно-технической конференции. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. – С. 49-55.

8. Ватин Н. И. Влажностный режим стеновой ограждающей конструкции, выполненной из газобетонных блоков автоклавного твердения с облицовочным слоем из лицевого силикатного кирпича / Н.И. Ватин, А. С. Горшков, Г. И. Гринфельд, И. И. Пестряков // Строительная теплофизика и энергоэффективное проектирование ограждающих конструкций зданий: Сборник трудов III Всероссийской научно-технической конференции. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. – С. 56-70.

9. Согомонян И.А. Анализ температурно-влажностного режима газобетона / И.А.Согомонян, П.С.Зырянов, Г.И.Гринфельд // Строительная теплофизика и энергоэффективное проектирование ограждающих конструкций зданий: Сборник трудов III Всероссийской научно-технической конференции. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. – С. 85-86.

10. Леонтьева Ю. Н. Тепловлажностный режим ограждающих конструкций при наружном и внутреннем утеплении / Ю. Н. Леонтьева // Строительная теплофизика и энергоэффективное проектирование ограждающих конструкций зданий: Сборник трудов II Всероссийской научно-технической конференции. 10-11.12.2009. – СПб., 2009. – С. 76-79.

11. Гнип О. П. Кінетика зміни вологості стін з вапняку-черепашника у разі капілярного всмоктування вологи і її випаровування / Науковий вісник НЛТУ України. – 2009. – № 19.1. – С. 85-89.

12. Кнатько М. В. Опыт испытания стеновой конструкции в лабораторных и натурных условиях с целью прогнозирования ее эксплуатационного срока службы / М. В. Кнатько, И. И. Пестряков, А. С. Горшков, П. П. Рымкевич // Строительная теплофизика и энергоэффективное проектирование ограждающих конструкций зданий: Сборник трудов II Всероссийской научно-технической конференции. 10-11.12.2009. – СПб., 2009. – С. 56-65.

Отримано 12.11.2012

УДК 621.6:622.32:691

И.И.КАПЦОВ, д-р техн. наук
Харьковская национальная академия городского хозяйства
В.А.КОЛЯДЕНКО
УкрНИИгаз, г. Харьков

МЕТОД РАСЧЕТА ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ РЕГИОНАЛЬНЫХ ГАЗОТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Изменения в режимах добычи и потребления природного газа приводят к существенным изменениям доли природного газа в топливно-энергетическом балансе. Это может