

УДК 628.87:658.3:697.1

АНАЛИЗ ВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА ПОМЕЩЕНИЙ В ОТОПИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ОКОННЫХ БЛОКОВ

КОЛЕСНИК И. А.¹, *к.т.н.*,
 ПЕТРЕНКО В.О.^{2*}, *к.т.н., доц.*,
 ВЕТВИЦКИЙ И.Л.^{3*}, *к.т.н., доц.*
 ВЕТВИЦКАЯ Д.А.^{4*}, *студент*
 ВОБК Д.В.^{5*}, *студент*

¹ Кафедра отопления, вентиляции и качества воздушной среды, Государственного высшего учебного заведения «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49005, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 47-16-00, e-mail: inna_vlada@i.ua, ORCID ID: 0000-0002-5852-2392

^{2*} Кафедра отопления, вентиляции и качества воздушной среды, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепр, Украина, тел. +38 (0562) 47-59-77, e-mail: petrenko@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-4331-6844

^{3*} Кафедра отопления, вентиляции и качества воздушной среды, Государственного высшего учебного заведения «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49005, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 47-16-00, e-mail: igor.vetvitskiy@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-6575-6253

^{4*} Кафедра отопления, вентиляции и качества воздушной среды, Государственного высшего учебного заведения «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49005, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 47-16-00, e-mail: darya.vetvitskaya@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-9619-3198

^{5*} Кафедра отопления, вентиляции и качества воздушной среды, Государственного высшего учебного заведения «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49005, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 47-16-00, e-mail: dim12619960@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-3028-5396

Аннотация. *Цель.* На состояние микроклимата помещений в отопительный период существенное влияние оказывает относительная влажность воздуха. Как известно, оконные конструкции из ПВХ профилей обладают высокой герметичностью, что является одним из их достоинств, поскольку обеспечивают высокие тепло- и звукоизоляционные характеристики. С другой стороны, повышенная герметичность окон приводит к изменению температурно-влажностного режима в помещении и, как следствие, к возможной конденсации избыточной влаги на поверхностях стеклопакетов, оконных переплетов, откосах. Это негативно сказывается не только на микроклимате помещений, но и на ограждающих конструкциях зданий, их долговечности и теплотехнических характеристиках. Поскольку массово производится замена существующих окон, то анализ данного вопроса актуален на сегодняшний день. *Методика.* Теоретические и экспериментальные исследования проводились на основе фундаментальных знаний в области тепловых процессов и методик решения задач теплообмена, моделирования динамических процессов, метода и анализа случайных процессов, методов математической статистики и прогноза. *Результаты.* Для улучшения влажностного режима помещений рекомендуется применение в изделиях систем самовентиляции с помощью внутрипрофильных каналов, а также оконных блоков с встроенными регулируемыми и саморегулирующими климатическими клапанами. Для решения проблемы влажностного режима в помещениях предлагается устройство принудительной приточно-вытяжной вентиляции с установкой теплообменников-утилизаторов для подогрева приточного воздуха теплотой удаляемого отработанного воздуха. Предлагаемые приточно-вытяжные установки (рекуператоры) не только обеспечивают помещение свежим воздухом и нормализуют его микроклимат, но и существенно снижают расходы на отопление и кондиционирование. Эти установки рекомендуется применять в помещениях, где были установлены не модернизированные окна из ПВХ. *Научная новизна.* Установлены основные причины конденсации водяных паров на внутренних поверхностях ограждений. Это позволяет принимать меры по улучшению влажностного режима, как на стадии проектирования, так и в уже реконструированных зданиях. *Практическая значимость.* Для улучшения влажностного режима помещений рекомендуется применение в изделиях систем самовентиляции с помощью внутрипрофильных каналов, а также оконных блоков с встроенными регулируемыми и саморегулирующими климатическими клапанами. Применение вентиляционных каналов и саморегулирующих клапанов в оконных блоках обеспечивает необходимую инфильтрацию воздуха в помещении и является показателями современности окон. Приточно-вытяжные установки (рекуператоры) рекомендуется применять в помещениях, где были установлены не модернизированные окна из ПВХ.

Ключевые слова: микроклимат; влажностный режим; ограждающие конструкции; конденсация водяных паров

АНАЛІЗ ВОЛОГІСНОГО РЕЖИМУ ПРИМІЩЕНЬ У ОПАЛЮВАЛЬНИЙ ПЕРІОД ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ ВІКОННИХ БЛОКІВ

КОЛЕСНИК І.О.¹, *к.т.н.*,
 ПЕТРЕНКО В.О.^{2*}, *к.т.н., доц.*,

ВЕТВИЦЬКИЙ І.Л.^{3*}, *к.т.н., доц.*,
 ВЕТВИЦЬКА Д.О.^{4*}, *студент*
 ВОВК Д.В.^{5*}, *студент*

¹ Кафедра опалення, вентиляції та якості повітряного середовища, Державного вищого навчального закладу «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49005, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 47-16-00, e-mail: inna_vlada@i.ua, ORCID ID: 0000-0002-5852-2392

^{2*} Кафедра опалення, вентиляції і якості повітряного середовища, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 47-59-77, e-mail: petrenko@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-4331-6844

^{3*} Кафедра опалення, вентиляції та якості повітряного середовища, Державного вищого навчального закладу «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49005, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 47-16-00, e-mail: igor.vetvitskiy@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-6575-6253

^{4*} Кафедра опалення, вентиляції та якості повітряного середовища, Державного вищого навчального закладу «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49005, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 47-16-00, e-mail: darya.vetvitskaya@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-9619-3198

^{5*} Кафедра опалення, вентиляції та якості повітряного середовища, Державного вищого навчального закладу «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49005, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 47-16-00, e-mail: dim12619960@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-3028-5396

Анотація. Мета. На стан мікроклімату приміщень в опалювальний період істотно впливає відносна вологість повітря. Як відомо, віконні конструкції з ПВХ профілів мають високу герметичність, що є одним з їхніх достоїнств, оскільки забезпечують високі тепло- і звукоізоляційні характеристики. З іншого боку, підвищена герметичність вікон призводить до зміни температурно-вологісного режиму в приміщенні і, як наслідок, до можливої конденсації надлишкової вологи на поверхнях склопакетів, віконних рам, схилах. Це негативно позначається не тільки на мікрокліматі приміщень, але і на конструкціях будівель, їх довговічності і теплотехнічних характеристиках. Оскільки масово проводиться заміна існуючих вікон, то аналіз даного питання актуальне на сьогоднішній день. **Методика.** Теоретичні та експериментальні дослідження проводилися на основі фундаментальних знань в області теплових процесів і методик вирішення завдань теплообміну, моделювання динамічних процесів, методу і аналізу випадкових процесів, методів математичної статистики і прогнозу. **Результати.** Для поліпшення вологісного режиму приміщень рекомендується застосування у виробках систем самовентиляції за допомогою внутрішньопротієльних каналів, а також віконних блоків з вбудованими регульованими і саморегулюючими кліматичними клапанами. Для вирішення проблеми вологісного режиму в приміщеннях пропонується пристрій примусової припливно-витяжної вентиляції з установкою теплообмінників-утилізаторів для підігріву припливного повітря теплоту видалення відпрацьованого повітря. Пропоновані припливно-витяжні установки (рекуператори) не тільки забезпечують приміщення свіжим повітрям і нормалізують його мікроклімат, але і істотно знижують витрати на опалення і кондиціонування. Ці установки рекомендується застосовувати в приміщеннях, де були встановлені не модернізовані вікна з ПВХ. **Наукова новизна.** Встановлено основні причини конденсації водяної пари на внутрішніх поверхнях огорожень. Це дозволяє вживати заходів щодо поліпшення вологісного режиму як на стадії проектування, так і в уже реконструйованих будівлях. **Практична значимість.** Для поліпшення вологісного режиму приміщень рекомендується застосування у виробках систем самовентиляції за допомогою внутрішньопротієльних каналів, а також віконних блоків з вбудованими регульованими і саморегулюючими кліматичними клапанами. Застосування вентиляційних каналів і саморегулюючих клапанів в віконних блоках забезпечує необхідну інфільтрацію повітря в приміщенні і є показниками сучасності вікон. Припливно-витяжні установки (рекуператори) рекомендується застосовувати в приміщеннях, де були встановлені не модернізовані вікна з ПВХ.

Ключові слова: мікроклімат; вологісний режим; огорожувальні конструкції; конденсація водяної пари

THE ANALYSIS OF MOISTURE MODE OF PREMISES IN THE HEATING PERIOD AT RECONSTRUCTION OF WINDOW BLOCKS

KOLESNIK I.¹, *Ph.D.*,
 PETRENKO V.^{2*}, *Ph.D., Associate Professor*
 VETVITSKIY I.^{3*}, *Ph.D., Associate Professor*
 VETVITSKAYA D.^{4*}, *student*
 VOVK D.^{5*}, *student*

¹ Department of heating, ventilation and air quality, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo st., Dnepropetrovsk 49005, Ukraine, tel. +38 (0562) 47-16-00, e-mail: inna_vlada@i.ua, ORCID ID: 0000-0002-5852-2392

^{2*} Department of heating, ventilation and air quality, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipro 49600, Ukraine, t. +38 (0562) 47-59-77, e-mail: petrenko@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-4331-6844

^{3*} Department of heating, ventilation and air quality, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo st., Dnepropetrovsk 49005, Ukraine, tel. +38 (0562) 47-16-00, e-mail: igor.vetvitskiy@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-6575-6253

^{4*} Department of heating, ventilation and air quality, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo st., Dnepropetrovsk 49005, Ukraine, tel. +38 (0562) 47-16-00, e-mail: darya.vetvitskaya@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-9619-3198

^{5*} Department of heating, ventilation and air quality, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo st., Dnepropetrovsk 49005, Ukraine, tel. +38 (0562) 47-16-00, e-mail: dim12619960@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-3028-5396

Abstract. Purpose. The relative humidity of the air has a significant influence on the microclimate conditions in the heating season. As is known, window structures made of PVC profiles have high tightness, which is one of their advantages, as they provide high heat and sound insulation characteristics. On the other hand, the increased tightness of windows leads to a change in the temperature and humidity conditions in the room and, as a consequence, to possible condensation of excess moisture on the surfaces of insulating glass, window binders, slopes. This negatively affects not only the microclimate of the premises, but also on the enclosing structures of buildings, their durability and thermal characteristics. Since the existing windows are being massively replaced, the analysis of this issue is actual for today. **Methodology.** Theoretical and experimental studies were carried out on the basis of fundamental knowledge in the field of thermal processes and techniques for solving problems of heat transfer, modeling of dynamic processes, methods and analysis of random processes, methods of mathematical statistics and forecasting. **Findings.** To improve the humidity conditions of rooms it is recommended to use self-ventilating systems in products using intra-profile channels, as well as window units with built-in adjustable and self-regulating climate valves. To solve the problem of humidity in the premises, a forced forced-air ventilation system is proposed with the installation of heat exchangers-utilizers for heating the supply air with the heat of the exhaust air being removed. The proposed supply and exhaust units (recuperators) not only provide room with fresh air and normalize its microclimate, but also significantly reduce the cost of heating and air conditioning. These installations are recommended for use in rooms where non-upgraded PVC windows were installed. **Originality.** The main causes of condensation of water vapor on the inner surfaces of fences are established. This allows us to take measures to improve the moisture regime both at the design stage and in the already reconstructed buildings. **Practical value.** To improve the humidity conditions of rooms it is recommended to use self-ventilating systems in products using intra-profile channels, as well as window units with built-in adjustable and self-regulating climate valves. The use of ventilation ducts and self-regulating valves in window units provides the necessary infiltration of air in the room and are indicators of the modernity of windows. Supply-and-exhaust systems (recuperators) are recommended to be used in premises where non-modernized PVC windows were installed.

Keywords: microclimate; Humidity regime; Walling; Condensation of water vapor

Введение

Как было сказано в [1], что для обеспечения теплозащитных свойств зданий и сооружений, существенного улучшения состояния микроклимата помещений в отопительный период необходимо использовать окна из ПВХ как минимум с двухкамерными переплетами и тройным стеклопакетом с оптимальной толщиной воздушной прослойки между стеклами 16 мм. Однако, отмечается, что на состояние микроклимата помещений в отопительный период существенное влияние оказывает относительная влажность воздуха. Как известно, оконные конструкции из ПВХ профилей обладают высокой герметичностью, что является одним из их достоинств, поскольку обеспечивают высокие тепло- и звукоизоляционные характеристики. С другой стороны, повышенная герметичность окон приводит к изменению температурно-влажностного режима в помещении и, как следствие, к возможной конденсации избыточной влаги на поверхностях стеклопакетов, оконных переплетов, откосах.

Цель

Целью данной работы является анализ влажностного режима помещений при реконструкции (замене) оконных блоков из ПВХ и при необходимости управление процессом обеспечения и поддержания параметров микроклимата, в частности относительной влажности воздуха и температур на внутренних поверхностях.

Методика

В соответствии с ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель» в зависимости от значения относительной влажности φ воздуха помещений различают следующие влажностные режимы их эксплуатации: сухой – $\varphi < 50\%$, нормальный – $50\% < \varphi < 60\%$, влажный – $60\% < \varphi < 75\%$, мокрый – $\varphi > 75\%$. Согласно этого же нормативного документа, значения температуры внутреннего воздуха $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха для жилых и общественных зданий 55% , т.е. влажностный режим эксплуатации помещений – нормальный. При таких параметрах микроклимата температура точки росы $t_{\text{р}}$ составит $7,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ и выпадение конденсата на поверхностях маловероятно. С повышением влажности увеличивается значение температуры точки росы, так, например, при $\varphi = 90\%$ значение $t_{\text{р}} =$

18,3 °С, т.е. водяные пары, содержащиеся в воздухе помещения, будут конденсироваться на любой его поверхности, температура которой равна или ниже этого значения. Таким образом, выпадение конденсата зависит от двух параметров микроклимата – температуры и относительной влажности внутреннего воздуха помещения.

Результаты

Старые окна не отличались герметичностью. Холодный воздух, проникающий через неплотности оконных переплетов, с одной стороны – прогревался в помещении и поглощал имеющуюся там влагу, а с другой стороны – при прохождении между стеклами, наряду со сквозняком, создавая условия, препятствующие выпадению влаги на внутренней стороне окна и оконных откосах. Окна из ПВХ не обладают воздухопроницаемостью, как старые окна. Следствием этого является нарушение работы естественной вентиляции, что ведет к повышению относительной влажности в помещениях и выпадению конденсата на их внутренних поверхностях. Во избежание этого необходимо поддерживать температуру внутреннего воздуха не ниже 20 °С и обеспечивать значение относительной влажности воздуха, соответствующие нормальному влажностному режиму эксплуатации помещений. Наиболее простой и эффективный способ снижения влажности – регулярное проветривание.

Можно отметить следующие основные причины конденсации водяных паров из воздуха помещения:

- установка «холодного» стеклопакета с низким сопротивлением теплопередаче;
- недостаточный воздухообмен из-за герметичности окон и как следствие, нарушение вытяжной естественной вентиляции;
- повышенная влажность строительных конструкций по причине недавно завершённых строительных или ремонтных работ (после проведения капитального ремонта влажностный режим в помещении полностью устанавливается за два летних сезона, после декоративного (косметического) – за один летний сезон);
- бытовые поступления влаги (человек в состоянии покоя выделяет 40 г/час влаги, занятый хозяйством – 90 г/час, цветок в горшке (среднего размера) – 10 г/час, готовка, уборка, мытье – 1000 г/час, стиральная машина – 300 г/час, душ/ванная – 2600 г/час и т.д.);
- ошибки при монтаже пластиковых окон: при выполнении монтажного шва неполное запенивание, плохая или отсутствие пароизоляции, установка оконного блока в зоне отрицательных температур;
- недостаточная конвекция воздуха вдоль внутренней поверхности стекла из-за широких подоконников, плотных штор, вплотную прилегающих к оконному проему, неправильной установки отопительных приборов;

- не учитывается ориентация по сторонам света оконных проемов (на «северных» окнах выпадение конденсата происходит чаще, чем на «южных»).

Как уже отмечалось выше, квартиры с окнами из ПВХ рекомендуется регулярно проветривать минимум 2 раза в сутки по 10 минут. Однако, как показывает практика, данная рекомендация плохо выполняется. Эту проблему не удается решить без независимых от поведения жильцов технических мероприятий. В связи с этим введено новое понятие – самовентиляция. Это система ограниченного воздухообмена через каналы камер профилей или через встроенные в оконные блоки самовентиляционные клапаны с целью регулирования относительной влажности внутреннего воздуха помещения и предотвращения выпадения конденсата на внутренних поверхностях окон. Для улучшения влажностного режима помещений рекомендуется применение в изделиях систем самовентиляции с помощью внутрипрофильных каналов, а также оконных блоков с встроенными регулирующими и саморегулирующими климатическими клапанами.

В предлагаемых оконных блоках ведущих европейских и отечественных производителей система контролируемой самовентиляции осуществляется через раму и створку. Благодаря определенному расположению прорезей ни сквозняка, ни свистящего шума не возникает. Воздухообмен происходит за счет различия давления воздуха на разных сторонах здания или за счет тяги в вентиляционном канале. Как правило, количество вентиляционных отверстий зависит от периметра окна, то есть от длины шва между рамой и створкой. Воздухопроницаемость для таких систем составляет $a = 0,71 \text{ м}^3/\text{ч}\cdot\text{м}$. Помимо этого, в системе самовентиляции имеет место использование саморегулирующих клапанов автоматически перекрывающих доступ воздуха в помещение при порывистом или сильном ветре. Благодаря этому поступление свежего воздуха и вынос влаги из помещения осуществляется при любой погоде, причем, без потерь тепла и сквозняков.

В предлагаемых саморегулирующих клапанах предусматривают установку различных фильтров, которые возможно легко заменить или почистить. Система основана на механическом принципе, т.е. использовании естественной разницы давления вблизи здания. Благодаря этому полностью отпадает необходимость использования каких-либо приспособлений механического или электронного свойства. Воздухопроницаемость таких устройств $a = 5,9 \text{ м}^3/\text{ч}\cdot\text{м}$ (без фильтра или с грубым фильтром), $a = 5,8 \text{ м}^3/\text{ч}\cdot\text{м}$ (с тонким фильтром).

В системе самовентиляции имеет место также клапан, представляющий собой пластиковую коробку небольшого размера, имеющую подвижное пластиковое перо, которое регулирует поток проходящего через него воздуха. Клапан размещается в верхней части окна, в фальце рамы. В

зависимости от площади окна устанавливается один клапан или комплекс из двух. Перо из пластика реагирует на изменение ветрового потока – находится в открытом состоянии или закрывается при усилении ветра. При установке двух клапанов на одном окне перья имеют разный вес и срабатывает на закрытие при разном ветровом напоре, обеспечивая тем самым плавное регулирование притока воздуха. В помещении воздух проникает на участке, где клапан примыкает к створке и где заменяется типовое уплотнение на специальное.

Таким образом, можно констатировать, что применение вентиляционных каналов и саморегулирующих клапанов в оконных блоках обеспечивает необходимую инфильтрацию воздуха в помещении и является показателями современности окон.

Необходимо отметить, что для решения проблемы влажностного режима в помещениях предлагается устройство принудительной приточно-вытяжной вентиляции с установкой теплообменников-утилизаторов для подогрева приточного воздуха теплотой удаляемого отработанного воздуха. Данные установки бывают прямоточные и рециркуляционные. Предлагаемые приточно-вытяжные установки (рекуператоры) не только обеспечивают помещение свежим воздухом и нормализуют его микроклимат, но и существенно снижают расходы на отопление и кондиционирование. Эти установки рекомендуется применять в помещениях, где были установлены не модернизированные окна из ПВХ.

Достоинства приточно-вытяжных устройств: экономия энергоресурсов; регулярный приток свежего воздуха, отсутствие сквозняков; не проникает шум, пыль, возбудители аллергии; компактный размер; не требует монтажа воздуховодов; устраняет избыточную влагу,

бактерии, химические испарения; идеальное сочетание для работы в тандеме с кондиционером.

Вложенные средства вернуться в течение двух-трех лет за счет экономии на медикаментах и на оплате за тепловую энергию.

Научная новизна и практическая значимость

Установлены основные причины конденсации водяных паров на внутренних поверхностях ограждений. Это позволяет принимать меры по улучшению влажностного режима, как на стадии проектирования, так и в уже реконструированных зданиях.

Выводы

Для улучшения влажностного режима помещений рекомендуется применение в изделиях систем самовентиляции с помощью внутрипрофильных каналов, а также оконных блоков с встроенными регулируемыми и саморегулирующими климатическими клапанами. Применение вентиляционных каналов и саморегулирующих клапанов в оконных блоках обеспечивает необходимую инфильтрацию воздуха в помещении и является показателями современности окон. Приточно-вытяжные установки (рекуператоры) рекомендуется применять в помещениях, где были установлены не модернизированные окна из ПВХ. Учет всех рассмотренных факторов позволит значительно улучшить влажностный режим помещений и подойти к созданию оконных технологий XXI века, в частности энергоэффективных окон для «домов будущего».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Богословский В. Н. Строительная теплофизика (теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха): учеб. для вузов 2-е изд., перера. и доп. – Москва: Высшая школа, 1982. – 415 с.
2. Демин О. Б. Физико-технические основы проектирования зданий и сооружений: учеб. пособ. – Тамбов: Тамб. гос. техн. ун-та, 2004. – Ч. 2. – 84 с.
3. Захаренко И. М., Гончаренко Н. И. Воздействие окружающей среды на конструкции зданий и сооружений / И. М. Захаренко, Н. И. Гончаренко // Вісник КТУ. – Кривий Ріг: ДВНЗ «Криворізький національний університет», 2011. – Вип. 28. – С. 3 – 7. – Режим доступа: http://knu.edu.ua/Files/V_28_2011/18.pdf
4. Козлов В. П. Методы неразрушающего контроля при исследовании теплофизических характеристик твердых материалов / В. П. Козлов, А. В. Станкевич // Инж. физ. журн. – 1984. – Т. 47. – № 2. – С. 250 – 252.
5. Колесник И. А. Анализ влияния теплотехнических характеристик оконных блоков на состояние микроклимата помещений в отопительный период / И. А. Колесник, В. О. Петренко, И. Л. Ветвицкий, Д. А. Ветвицкая // Строительство, материаловедение, машиностроение : сб. науч. тр. / Приднестр. гос. акад. стр-ва и архитектуры. – Днепропетровск, 2016. – Вып. 92 : Безопасность жизнедеятельности – С. 67-72.
6. Кондратьев Г. М. Регулярный тепловой режим. – Москва: Наука, 1964. – 487 с.
7. Коротков П. А., Лондон Г. Е. Динамические контактные измерения тепловых величин. – Ленинград: Машиностроение, 1974. – 222 с.
8. Мищенко С. В. Анализ и синтез измерительных систем / С. В. Мищенко, Ю. Л. Муромцев, Э. И. Цветков, В. Н. Чернышов. – Тамбов: Тамб. гос. техн. ун-т, 1995. – 238 с.
9. Платунов Е. С. и др. Теплофизические измерения и приборы. – Ленинград: Машиностроение, 1986. – 256 с.
10. Платунов Е. С. Теплофизические измерения в монотонном режиме. – Ленинград: Энергия, 1973. – 143 с.
11. Фокин К. Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий / Под ред. Ю. А. Табунщикова, В. Г. Гагарина, 5-е изд., пересмотр. – Москва: АВОК-ПРЕСС, 2006. – 256 с.

12. Шашков А. Г. Методы определения теплопроводности и температуропроводности / А. Г. Шашков, Г. М. Волохов, Т. Н. Абраменко, В. П. Козлов. – Ленинград: Энергия, 1973. – 242 с.
13. Шлыков Ю. П., Гарин Е. А. Контактный теплообмен. – Москва – Ленинград: Энергия, 1963. – 144 с.
14. Шнейдер П. Инженерные проблемы теплопроводности. – Москва: Изд-во литературы, 1960. – 478 с.
15. Ярышев Н. А. Теоретические основы измерения нестационарных температур. – Ленинград: Энергия, 1967. – 298 с.

REFERENCES

1. Bogoslovsky V.N. *Stroitel'naya teplofizika (teplofizicheskiye osnovy otopleniya, ventilyatsii i konditsionirovaniya vozdukh): ucheb. dlya vuzov 2-ye izd., perera. i dop.* [Building thermal physics (thermal fundamentals of heating, ventilation and air conditioning): proc. for universities 2nd ed., Perera. and extra]. – Moscow: Vysshaya shkola, 1982. – 415 p. (in Russian).
2. Demin O.B. *Fiziko-tekhnicheskiye osnovy proyektirovaniya zdaniy i sooruzheniy: ucheb. posob.* [Physical and technical bases of designing of buildings and structures: proc. p.] – Tambov: The Compromise. state technical. University press, 2004. – P. 2. – 84 p. (in Russian).
3. Zakharenko, I.M., Goncharenko N.I. *Vozdeystviye okruzhayushchey sredy na konstruksii zdaniy i sooruzheniy* [The impact of environment on design of buildings and structures] / Bulletin KTU. - Krivoy Rog: SIHE "Krivorzhstal national University", 2011. – Vyp. 28. – S. 3 – 7. – Access mode: http://knu.edu.ua/Files/V_28_2011/18.pdf. (in Russian).
4. Kozlov V.P., Stankevich A.V. *Metody nerazrushayushchego kontrolya pri issledovanii teplofizicheskikh kharakteristik tverdykh materialov* [NDT Methods in the study of thermophysical characteristics of solid materials] // Ing. Fiz. zhurn. – 1984. – T. 47. – № 2. – P. 250 – 252. (in Russian).
5. Kolesnik I.A. *Analiz vliyaniya teplotekhnicheskikh kharakteristik okonnykh blokov na sostoyaniye mikroklimata pomeshcheniy v otopitel'nyy period* [Analysis of the influence of thermo-technical characteristics of window blocks on the microclimate of premises in the heating season] / I.A. Kolesnik, V.O. Petrenko, I.L. Vetvitsky, D.A. Vetvitskaya // Stroitel'stvo, materialovedeniye, mashinostroyeniye : sb. nauch. tr. / Pridnepr. gos. akad. str-va i arkhitektury. – Dnepropetrovsk, 2016. – Vyp. 92 : Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti – S. 67-72. (in Russian).
6. Kondrat'ev G.M. *Regulyarnyy teplovoy rezhim* [Regular thermal mode]. – Moscow: Nauka, 1964. – 487 p. (in Russian).
7. Korotkov P.A., London, G.E. *Dinamicheskiye kontaknyye izmereniya teplovykh velichin* [Dynamic contact measurement of thermal variables]. – Leningrad: Mashinostroyeniye, 1974. – 222 p. (in Russian).
8. Mishchenko S.V. *Analiz i sintez izmeritel'nykh sistem* [Analysis and synthesis of the measurement systems] / S.V. Mishchenko, Yu.L. Muromtsev, I.E. Tsvetkov, V.N. Chernyshov. – Tambov: The Compromise. state technical. University, 1995. – 238 p. (in Russian).
9. Platonov E.S., etc. *Teplofizicheskiye izmereniya i pribory* [Thermal measurements and instruments]. – Leningrad: Mashinostroyeniye, 1986. – 256 p. (in Russian).
10. Platonov E.S. *Teplofizicheskiye izmereniya v monotonnom rezhime* [Thermophysical measurements in the monotone mode]. – Leningrad: Energiya, 1973. – 143 p. (in Russian).
11. Fokin K.F. *Stroitel'naya teplotekhnika ograzhdayushchikh chastey zdaniy* [Building heating equipment protecting parts of buildings] / edited by J.A. Tabunshikova, V.G. Gagarin, 5th ed., revision. – Moscow: AVOK-PRESS, 2006. – 256 p. (in Russian).
12. Shashkov A.G. *Metody opredeleniya teploprovodnosti i temperaturoprovodnosti* [Methods for determining thermal conductivity and thermal diffusivity] / A.G. Shashkov, G.M. Volokhov, T.N. Abramenko, V.P. Kozlov. – Leningrad: Energiya, 1973. – 242 p. (in Russian).
13. Shlykov, Y.P., Garin, E.A. *Kontaknyy teploobmen* [Contact heat exchange]. – Moscow – Leningrad: Energiya, 1963. – 144 p. (in Russian).
14. Schneider P. *Inzhenernyye problemy teploprovodnosti* [Engineering problems of heat conduction]. – Moscow: Publishing house of literature, 1960. – 478 p. (in Russian).
15. Yaryshev N.A. *Teoreticheskiye osnovy izmereniya nestatsionarnykh temperatur* [The theoretical basis for the measurement of transient temperatures]. – Leningrad: Energiya, 1967. – 298 p. (in Russian).

Стаття рекомендована до публікації д-ром техн. наук, проф. С.З. Поліщуком (Україна);

Стаття надійшла в редколегію 31.03.2017