

УДК 697.14

Абелешов Володимир Ілліч, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри теплохолодопостачання. Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, м. Харків, Україна. вул. Революції, 12, м. Харків, Україна, 61002. тел. 707-31-19.

АНАЛІЗ СИСТЕМИ ОСУШУВАЛЬНОЇ ВЕНТИЛЯЦІЇ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНОГО ШАРУ ДЛЯ СУМІЩЕНИХ ДАХІВ БУДІВЕЛЬ

Робота присвячена розгляду системи осушувальної вентиляції теплоізоляційного шару для суміщених дахів будівель, аналізу її теплотехнічної ефективності, освітленню деяких аспектів функціонування цієї системи.

Ключові слова: енергозбереження, будівлі, покриття, вентиляція, теплоізоляція, вологість.

Абелешев Владимир Ильич, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры теплохладоснабжения. Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А.Н. Бекетова, г. Харьков, Украина. ул. Революции, 12, г. Харьков, Украина, 61002. тел. 707-31-19.

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ОСУШАЮЩЕЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО СЛОЯ ДЛЯ СОВМЕЩЁННЫХ КРЫШ ЗДАНИЙ

Робота посвящена рассмотрению системы осушающей вентиляции теплоизоляционного слоя для совмещённых крыши зданий, анализу её теплотехнической эффективности, освещению некоторых аспектов функционирования этой системы.

Ключевые слова: энергосбережение, здания, покрытие, вентиляция, теплоизоляция, влажность.

Vladimir Illich Abeleshev, Ph. D., assistant professor of department of heat supply and cooling. O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Kharkiv, Ukraine. Street of Revolution, 12, Kharkiv, Ukraine, 61002. tel. 707-31-19.

ANALYSIS INTO SYSTEM OF DRAINING VENTILATION OF THERMAL ISOLATING LAYER FOR THE COMBINED ROOFS OF BUILDINGS

The paper is dedicated to research into the system of draining ventilation of thermal isolating layer for the combined roofs of buildings, to the analysis of its heating engineering efficiency, illumination of some aspects of functioning of this system.

Keywords: energy saving, buildings, coverage, ventilation, thermal isolation, humidity.

Постановка проблеми

Среди комплекса проблем, связанных с повышением эффективности использования зданий, особое место занимают вопросы энергосбережения, так как потребление и стоимость энергии в мире имеют стойкую тенденцию к росту, в том числе, и на отопления зданий. Приоритетным направлением решения проблем технической эксплуатации зданий является применение эффективных энергосберегающих технологий. Эксплуатационные показатели здания в значительной степени зависят от необходимого температурно-влажностного режима конструкции покрытия, поддержанию которого следует уделять особенное внимание. Одним из основных теплотехнических требований, предъявляемых к наружным ограждающим конструкциям зданий, является предупреждение конденсации водяного пара на поверхности и (или) внутри ограждающих конструкций при определённых условиях. Основным назначением системы осушающей вентиляции теплоизоляционного слоя покрытия является удаление избыточной влаги из её конструкции.

Анализ последних исследований и публикаций

Аналитический обзор литературы по данной проблеме [1–7] позволяет сделать некоторые выводы о состоянии, тенденциях и направлениях развития технологий теплоизоляционного слоя покрытий на современном этапе. Покрытие здания – это комплексная инженерная конструкция, выполняющая функцию барьера (фильтра) для поддержания необходимого баланса температур, влажности и давлений между атмосферой и внутренним пространством здания. В настоящее время единые концепции и решения

конструкций покрытий зданий окончательно не выработаны. Нерешённой проблемой остаётся анализ различных систем осушающей вентиляции теплоизоляционного слоя покрытий, их теплотехнической эффективности, особенностей функционирования. Целью данной публикации является попытка обеспечить некоторое информационное сопровождение решения этой проблемы.

Основной материал исследований

Оптимизация наружных ограждающих конструкций здания предусматривает создание оболочки, одновременно отвечающей требованиям функциональности, эффективной теплоизоляции для снижения потерь теплоты, минимальных эксплуатационных затрат, приемлемой стоимости.

Основными мероприятиями по оптимизации наружных ограждающих конструкций зданий являются:

- 1) повышение толщины и качества теплоизоляции, что повышает величину термического сопротивления конструкции;
- 2) применение многослойных ограждений с эффективной теплоизоляцией;
- 3) улучшение влажностного режима ограждений (эффективное расположение материалов в многослойных ограждениях; устройство защиты внутренней и внешней поверхностей ограждений от увлажнения атмосферной влагой, влагой производственных и хозяйственно-бытовых выделений, конденсатом на внутренней поверхности конструкций; устройство эффективной гидроизоляции для защиты от грунтовой влаги);
- 4) устройство в наружных ограждениях замкнутых и вентилируемых воздушных прослоек.

Применение систем осушающей вентиляции теплоизоляционного слоя для совмещённых крыш зданий являются одним из наиболее эффективных способов повышения теплозащитных свойств конструкций зданий. Вентилируемые воздушные прослойки можно применять как для снижения поступлений теплоты в тёплый период года, так и для снижения потерь теплоты в холодный период года. Воздух имеет низкую плотность и массу, потому дополнительные нагрузки на фундамент отсутствуют; устройство воздушных прослоек приводит к незначительному повышению стоимости конструкции.

Влажность материалов оказывает значительное влияние на теплоизоляционные свойства наружных ограждающих конструкций здания. Особенности структуры материалов в ограждающих конструкциях определяют значительную изменчивость их теплоизоляционных характеристик в зависимости от влажностного режима. Ограждающие конструкции здания, как правило, имеют сложную структуру, влага в их порах и капиллярах может находиться в виде льда, жидкости, пара. Влажность материалов в ограждениях зданий зависит от их конструкции, внешних и внутренних условий, времени года.

Повышенная влажность ограждающих конструкций и теплоизоляционных материалов является серьёзным неблагоприятным фактором при эксплуатации зданий, который может вызвать следующие последствия: снижение теплоизоляционных показателей, морозостойчивости и срока службы конструкций; увеличение затрат на отопление; ухудшение условий хранения предметов в помещениях; ухудшение санитарно-гигиенических показателей, образование благоприятных условий для развития плесени, грибка и других микроорганизмов.

С повышением влажности резко возрастает коэффициент теплопроводности материалов, у воды он в 20 раз больше чем у воздуха, влага также увеличивает площадь соприкосновения между частицами материала.

С увеличением относительной влажности воздуха повышается парциальное давление водяного пара, способствующее его конденсации внутри строительных конструкций, что приводит к повышению их коэффициента теплопроводности и тепловых потерь здания. Атмосферные осадки также увеличивают влажность ограждающих конструкций и теплоизоляционных материалов и тепловые потери здания. В нормальных условиях эксплуатации зданий эти факторы, как правило, особенно не проявляются, но они оказывают

значительное влияние при нарушении герметичности гидроизоляции, стыков, швов ограждающих конструкций. Эти нарушения необходимо срочно устранять в процессе эксплуатации. Сохранение наружных ограждающих конструкций зданий от повышенной влажности и осадков является важным заданием при проектировании, строительстве и технической эксплуатации зданий.

Конструкция покрытия здания может быть в виде совмещенной или чердачной крыши. В настоящее время совмещенные крыши являются наиболее распространенной конструкцией гражданских и промышленных зданий, формирующих архитектурный облик современных населённых пунктов.

Сечение совмещенной крыши состоит из следующих обязательных элементов:

- несущих конструкций;
- пароизоляционного слоя;
- теплоизоляционного слоя;
- элементов осушающей вентиляции (воздушные прослойки и компенсаторы, продухи, вентиляционные каналы и вытяжки);
- кровельного ковра (гидроизоляции или гидроизоляционных многокомпонентных систем);
- защитного слоя.

Бетон, железобетон, металлический профилированный лист, деревянные конструкции используют как материал несущих конструкций покрытия (балок, ферм, плит, настилов). Также используют крепления для каждого элемента (или для всей конструкции), монтажные проходы для инженерных коммуникаций, зоны для естественной вентиляции (при необходимости), выходы на крышу элементов инженерного оборудования зданий (вентиляции, связи и др.), архитектурные украшения.

Для совмещенных крыш различают неэксплуатируемые, эксплуатируемые и специальные виды кровель. Кроме выполнения основных функций специальная кровля может служить солярием, садом, спортивной площадкой, террасой, автомобильной стоянкой и др. Совмещённые крыши могут выполняться в классическом (теплоизоляционный слой находится под гидроизоляционным слоем) и в инверсионном виде (теплоизоляционный слой находится над гидроизоляционным слоем). Наибольшее распространение получили совмещённые крыши классического вида.

Теплоизоляционный слой в конструкции покрытия выполняет несколько функций: собственно теплоизоляции, обеспечивая требуемую величину сопротивления теплопередаче; звукоизоляции; восприятия температурных деформаций покрытия; удаления избыточной влаги и выравнивания давления водяного пара; монтажного основания под гидроизоляцию; восприятия возможных нагрузок (эксплуатационных, ветровых, снеговых); защиты от огня.

Различают теплоизоляционные материалы для покрытий в виде эластичных плит (для использования в чердачных крышах) и жёстких плит (для использования в совмещённых крышах). Прочность теплоизоляционных плит на сжатие определяется величиной нагрузки, вызывающей изменение толщины изделия на 10 %. В зависимости от типа конструкции материалы могут выдерживать нагрузки на сжатие от 5 до 80 кПа при 10 % деформации. Нагрузки, которые должны выдерживать теплоизоляционные плиты, применяемые в конструкциях покрытий зданий, определены в [4].

Воздух всегда содержит некоторое количество водяного пара, выражаемое его парциальным давлением, определённым для конкретной температуры воздуха. Парциальное давление водяного пара не даёт представления о степени насыщения воздуха влагой, если не указана его температура. Для этого используют показатель относительной влажности, являющийся отношением действительного парциального давления водяного пара в воздухе при рассматриваемых условиях к его максимальному значению, соответствующему конкретной температуре воздуха. Например, при температуре воздуха 30°C и относительной влажности 100 % парциальное давление водяного пара составляет 4244 Па, а при температуре около 0 °C – 611 Па.

В покрытиях зданий материалы почти никогда не находятся в абсолютно сухом состоянии, всегда имеют некоторую влажность в основном вследствие процессов сорбции, капиллярного увлажнения и конденсации водяных паров.

Для сохранения теплоизоляционных свойств ограждающих конструкций здания количество испаряющейся влаги должно быть больше сконденсировавшейся. Наружные ограждающие конструкции помещений с сухим влажностным режимом, однослойные или герметичные имеют удовлетворительный влажностный режим. Остальные варианты наружных ограждающих конструкций требуют проверки влажностного режима расчетом.

Влагозащитные свойства ограждающих конструкций здания при нормальных условиях эксплуатации должны обеспечивать допустимое по теплотехническим характеристикам увеличение влажности различных материалов в ограждающей конструкции в холодный период года [5].

Аккумуляция влаги из различных источников составляет в худшем случае 10–20 мм/м³ (10–20 % по объёму) в зависимости от толщины теплоизоляции.

Выделяют 2 основных влажностных состояния ограждающих конструкций: эксплуатационное, соответствующее основному периоду длительной и регулярной эксплуатации; начальное, соответствующее первым годам эксплуатации здания.

Начальное состояние связано с внесением в ограждающую конструкцию строительной влаги.

Эксплуатационное состояние наступает после приближения влажности материалов к некоторому стабильному состоянию, равновесному относительно внутренней и внешней сред, влияющих на ограждающую конструкцию.

В нашей климатической зоне влажность материалов периодически изменяется на протяжении года, увеличиваясь в апреле – мае и уменьшаясь в конце лета. Зимой в декабре – январе значение влажности материалов является близким к среднему значению за год.

Теплотехнический расчет ограждающих конструкций и расчет тепловых потерь помещениями осуществляют для этого периода, то есть теплофизические характеристики материалов выбирают по среднегодовой влажности материалов в ограждающих конструкциях для периода регулярной эксплуатации здания.

Эксплуатационное влажностное состояние материалов в ограждающих конструкциях здания определяется расчётными влажностными условиями эксплуатации (А или Б), для которых приведены нормативные значения их теплофизических характеристик [5].

Конденсация водяного пара на внутренней поверхности и (или) внутри ограждающих конструкций происходит при снижении температуры в некотором месте ниже температуры точки росы, которая зависит в первую очередь от температуры воздуха и относительной влажности. Относительная влажность внутреннего воздуха для определения точки росы в местах теплопроводных включений ограждающих конструкций общественных зданий принимается 55 % [5]. Обеспечение температур внутренней поверхности и (или) внутри ограждающих конструкций выше температуры точки росы выражается показателем количества водяного пара в ограждающей конструкции, который определяется на основе его постоянной диффузии.

Конденсации водяного пара не будет, если температура поверхности ограждающих конструкций больше температуры точки росы, для чего они для заданных условий внутренней и внешней среды должны иметь соответствующие теплотехнические свойства, например, материал и толщину.

При постоянном температурном режиме температура внутренней поверхности конструкции зависит в первую очередь от коэффициента теплопередачи. Чем выше температура наружного воздуха и меньше коэффициент теплопередачи, тем выше температура внутренней поверхности конструкции.

Для обеспечения температур внутренней поверхности и внутри ограждающих конструкций выше температуры точки росы конструкции необходимо проектировать с минимально возможным коэффициентом теплопередачи.

Водяной пар, содержащийся в воздухе, проникает в поры ограждающей конструкции и оказывает влияние на его парциальное давление в отдельных местах конструкции. Воздух содержит только определенное максимальное количество водяного пара (состояние полного насыщения), если в него ввести дополнительное количество пара, то он сконденсируется, а при температуре меньше 0 °С этот конденсат превращается в кристаллы льда. Парциальное давление водяного пара при полном насыщении им воздуха зависит только от температуры, изменение которой в ограждающей конструкции зависит от ее теплотехнических свойств.

Величина проникновения водяного пара в ограждающую конструкцию зависит от ее диффузионных свойств. При определенных теплотехнических и диффузионных свойствах ограждающей конструкции в некоторых ее местах наступает состояние полного насыщения воздуха водяными парами, а последующее насыщение приводит к их конденсации.

В массивных ограждающих конструкциях температура является переменной величиной и если материал пропускает водяной пар, то внутри конструкции может появиться зона конденсации, где температура меньше температуры точки росы.

Этапы оценки возможности конденсации водяного пара внутри ограждающей конструкции: установление изменения температуры в конструкции; определение изменения парциального давления пара при полном насыщении воздуха; определение изменения действительного парциального давления пара.

Если в некотором месте конструкции парциальное давление пара при полном насыщении воздуха меньше действительного парциального давления пара, то здесь возникает возможность его конденсации; если в некотором месте конструкции парциальное давление пара при полном насыщении воздуха больше действительного парциального давления пара, то опасность его конденсации в конструкции отсутствует.

Как правило, конденсация водяного пара происходит в углах помещения, на железобетонных перемычках, колоннах, металлических рамах и других поверхностях «мостиков холода».

Влияние конденсации водяных паров в покрытии зданий можно снизить правильным конструктивным решением соответственно влажностному режиму помещений, что предусматривается при расчёте ограждающей конструкции на сопротивление паропрооницанию [5].

Влажностный режим ограждающей конструкции зависит от порядка расположения её слоев. Конденсация водяного пара внутри ограждающей конструкции происходит, как правило, если снаружи есть слой, который плохо пропускает водяной пар (например, водостойкий ковер в плоских кровлях) или вообще не пропускает водяной пар (например, стекло или металл). Для недопущения конденсации водяного пара внутри ограждающей конструкции ее слои следует располагать с постепенным снижением их диффузионного сопротивления от внутренней поверхности к внешней поверхности. Первый внутренний слой ограждающей конструкции должен пропускать как можно меньше водяного пара, а последний внешний слой – как можно больше.

Сопротивление паропрооницанию внутренних слоёв ограждающих конструкций помещений с влажным и нормальным влажностным режимами следует принимать выше необходимого значения (больше сопротивления паропрооницанию внешних слоёв ограждающих конструкций в 1,2 раза при нормальном влажностном режиме помещений, в 1,5 раза – при влажном).

Чем выше температура, тем больше вероятность нахождения влаги в материале в виде пара. В случае создания значительного восходящего теплового потока от системы отопления здания в холодный период года или нагрева верхних слоёв покрытия солнечным излучением в тёплый период года давление водяного пара будет повышаться на значительную величину, что в предельном случае может вызвать разрушение покрытия. Иногда на гидроизоляционном битумном покрытии образуются пузыри, причиной появления которых является возникновение избыточного давления пара, находящегося под покрытием.

Легкие конструктивные элементы здания нагреваются быстро, а массивные – медленно. Если в охлажденном здании температура в помещении быстро повысилась, то возможно увеличение влажности воздуха помещения. При этом значительная часть массива внешней ограждающей конструкции сохраняет первоначальную низкую температуру, что может привести к конденсации водяного пара. При значительных колебаниях температуры помещения, когда здание отапливается периодически или совсем не отапливается, оно охлаждается. Применение легких отделочных материалов внутри помещения с низким сопротивлением диффузии водяного пара создает условия для ускоренного прогрева помещения, но при этом возникает опасность появления конденсации в более массивных конструкциях. Использование массивных отделочных материалов внутри помещения дает противоположный эффект, их нагрев происходит медленно, что может привести к конденсации водяного пара на поверхности покрытия.

Проникновение внешней влаги во внутреннее пространство здания становится невозможным благодаря гидроизоляции покрытия, а влага из внутреннего пространства здания не может попасть в конструкцию покрытия из-за наличия пароизоляционного слоя.

При правильном конструктивном решении и качественном исполнении покрытия постоянно действующим фактором, определяющим влажность материалов в нём, является процесс сорбции. Обычно эта влага скапливается на верхних поверхностях теплоизоляционных плит (верхних плит в двухслойных системах теплоизоляции) при соприкосновении тепло- и гидроизоляционных слоёв. Сорбционная влажность материалов повышается при увеличении относительной влажности воздуха и снижении его температуры.

Основной задачей обеспечения функциональной устойчивости конструкции покрытия является удаление влаги из верхней поверхности теплоизоляционной плиты, которая обычно удаляется естественным путём по принципу испарения за счёт повышения температуры воздуха, находящегося в покрытии.

При высокой вероятности проникновения влаги в конструкцию покрытия (из-за погодных условий, особенностей и состояния конструкции), рекомендуется использовать специальную вентилируемую теплоизоляцию с пазами для ускорения процесса её сушки с целью снижения негативного влияния аккумуляирования избыточной влаги в конструкции.

Конструкции покрытия могут иметь 1, 2, 3 слоя теплоизоляции.

Рассмотрим трёхслойную систему теплоизоляции покрытия как наиболее эффективную. Нижняя теплоизоляционная плита располагается между несущим элементом покрытия и пароизоляционным слоем, обеспечивая требуемую величину сопротивления теплопередаче покрытия. Вторая теплоизоляционная плита с пазами (20 мм в глубину и 30 мм в ширину) служит для перемещения влажного воздуха по ним к вентиляционным отверстиям; она располагается между пароизоляционным слоем и третьей теплоизоляционной плитой. Поперечные каналы прорезаются через пазы в местах пересечения со световыми фонарями и вентиляционными каналами. Широкий канал в коньке кровли (прорезается ручным способом) должен иметь размеры 100 мм в ширину и 20 мм в глубину; он соединяет пазы, проложенные в плоскости ендовы к вентиляционным дефлекторам. В плите под вентиляционными дефлекторами делаются отверстия диаметром 100 мм и высотой 400 мм, которые следует располагать через каждые 6–8 метров вдоль конька крыши и 10–12 метров на ендовах. Вентиляционные дефлекторы служат для отвода влажного воздуха в окружающую среду; они изготавливаются из металла или пластмассы. Третья теплоизоляционная плита поддерживает температуру воздуха в пазах второй теплоизоляционной плиты на 5°C выше температуры внешнего воздуха и служит основанием для гидроизоляции. Данная система предполагает наличие в теплоизоляционном слое воздушных пазов, соединённых с внешним воздухом системой вентиляционных каналов. Система создаёт вакуумный барьер, который не позволяет водяным парам, поднимающимся из внутреннего пространства здания, конденсироваться в конструкции покрытия. Воздушный барьер в структуре покрытия поддерживает баланс температур, влаги и давления

внутри и снаружи здания. При наличии такой системы конструкция покрытия высушивается до величины установления в ней стационарного режима эксплуатации ($0,5 \text{ кг/м}^3$ влаги в сутки, что для теплоизоляционных материалов ниже необходимого значения), при котором концентрации водяного пара будет недостаточно для создания давления, превышающего величину аэродинамического сопротивления тракта удаления влажного воздуха. Через вытяжки или вентилируемый парапет по периметру кровли из-за разрежения внешний воздух поступает во внутреннее пространство конструкции покрытия. Под действием напора ветра внешний воздух перемещается вверх по пазам в теплоизоляции в направлении более широкого канала в коньке кровли. В период с осени до весны относительная влажность внешнего воздуха составляет 70 % при температуре $-10 \text{ }^\circ\text{C}$ – $+15 \text{ }^\circ\text{C}$. Внешний воздух, медленно перемещаясь по системе пазов, нагревается до температуры $+1 \text{ }^\circ\text{C}$ – $+5 \text{ }^\circ\text{C}$, его относительная влажность уменьшается, что даёт возможность связать свободную влагу в конструкции покрытия. Дальнейшее удаление влаги из конструкции покрытия происходит по описанному выше принципу. Расчётные и реальные условия функционирования таких покрытий показывают, что пазы в теплоизоляции способствуют эффективному удалению влаги из неё, обеспечивая надёжное функционирование всей системы покрытия здания даже при возможном попадании влаги во внутреннее пространство покрытия в процессе её монтажа и эксплуатации.

Выводы

Специальные теплоизоляционные плиты для 2 и 3-слойных систем изоляции позволяют создавать конструкции покрытий для каждого конкретного здания. Необходимо строго придерживаться правила: не допускать наличия в конструкции покрытия мест, в которых возможно скопление влаги. Это позволит защитить конструкцию покрытия от воздействия разрушающих нагрузок на теплоизоляционный и гидроизоляционный материал, которые могут возникнуть в холодный период года из-за образования льда, а в тёплый период года из-за значительного давления водяного пара.

Пароизоляцию в виде полиэтиленовой пленки устраивают на внутренней стороне ограждения. Поскольку это правило не всегда можно выполнить, то для недопущения конденсации водяного пара следует проектировать конструкции с вентилируемой воздушной прослойкой или сетью вентилируемых каналов перед наружным слоем, создающих значительное сопротивление диффузии водяного пара.

Системы осушающей вентиляции теплоизоляционного слоя должны иметь глубину вентиляционных пазов 20–60 мм, длину не более 24 м. Тепловая тяга обеспечивается при наклоне кровли не менее 6 %. На противоположных сторонах кровли необходимо наличие отверстий для воздуха с площадью рабочего сечения не менее $1/500$ площади поверхности кровли. Возможность контакта внутреннего воздуха с влажным наружным воздухом в вентиляционных пазах теплоизоляционного слоя должна быть исключена.

В районах с продолжительными дождями и ветром следует использовать с внешней стороны наружной ограждающей конструкции водонепроницаемый слой или экран. В многослойных наружных ограждающих конструкциях с водонепроницаемыми внутренними и внешними слоями теплоизоляционный материал не должен иметь повышенной влажности.

Применение систем осушающей вентиляции теплоизоляционного слоя для совмещённых крыш зданий позволяет решить проблему удаления избыточной влаги из конструкции покрытия ещё на стадии проектирования; эти системы значительно повышают эксплуатационные характеристики покрытий.

Список использованной литературы

1. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення: ДБН В.2.2-15-2005: затв. Держбуд України 28.09.2005: на заміну СНиП 2.08.01-89 та ДБН 79-92: чинні від 01.01.2006. – К. : Державний комітет України з будівництва та архітектури, 2005. – 36 с.

2. Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення: ДБН В.2.2-9-99: затв. Держбуд України 04.08.1999: на заміну СНиП 2.08.02-89: чинні від 01.01.2000. – К. : Держбуд України, 1999. – 59 с.

3. Будинки і споруди. Метод визначення питомих тепловитрат на опалення будинків: ДСТУ Б В.2.2-21:2008: прийнято Міністерством регіонального розвитку та будівництва України 28.11.2008: чинні від 01.06.2009. – К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 20 с.

4. Конструкции зданий и сооружений. Покрытия зданий и сооружений: ДБН В.2.6-14-97 (том 1, 2 и 3): утв. Государственным комитетом Украины по делам градостроительства и архитектуры 07.05.1997: взамен СНиП II-26-76, СНиП 3.04.01-87 (раздел «Кровли»): введены в действие 01.01.1998. – К. : Госкомградостроительства Украины, 1998. – 109 с.

5. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31-2006: затв. Міністерством будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства 09.09.2006: на заміну СНиП II-3-79: чинні від 01.01.2007. – К. : Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства, 2006. – 70 с.

6. Маляренко В. А. Енергетика і навколишнє середовище: монографія / В. А. Маляренко. – Х.: Видавництво САГА, 2011. – 364 с.

7. Опалення, вентиляція та кондиціонування: ДБН В.2.5-67:2013: затв. Міністерством регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України 25.01.2013: уведено вперше: чинні від 01.09.2013. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. – 167 с.

References

1. UN B.2.2-15-2005: Houses and buildings. Dwelling - houses. Substantive provisions [Budyinkyi i sporudyi. Zhyitlovi budyinkyi. Osnovni polozhennya]

2. UN B.2.2-9-99: 2. Houses and buildings. Public houses and buildings. Substantive provisions [Budyinkyi i sporudyi. Gromadski budyinkyi ta sporudyi. Osnovni polozhennya]

3. UN B.2.2-21:2008: Houses and buildings. Method of determination of specific expenses of warmth on heating of buildings [Budyinkyi i sporudyi. Metod vyznachennya pyitomyih teplovyitrat na opalennya budyinkiv]

4. UN B.2.6-14-97: Constructions of houses and buildings. Coverage's of houses and buildings: (part 1, 2 and 3) [Construcckii zdaniy i sooruzheniy. Pocyrytsya zdaniy i sooruzheniy. (tom 1, 2 i 3)]

5. UN B.2.6-31-2006: Constructions of houses and buildings. Thermal isolation of buildings [Construcckii budyinkiv i sporud. Teplova izolyatsiya budivel]

6. Malyarenko, V.A. (2011), Energy and environment [Energetyika i navkolyishne seredovyishe], – Kharkiv: Publishing house САГА.

7. UN B.2.5-67:2013: Heating, ventilation and conditioning [Opalennya, ventyilyachiya ta condyichionuvannya]

Поступила в редакцию 10.09 2014 г.