

УДК 697.331

Н.А. Прусенков

Одесская государственная академия строительства и архитектуры, ул. Дидрихсона, 4, г. Одесса, 65029

НАПРАВЛЕНИЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МНОГОСЛОЙНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Ретроспективное сопоставление норм, регламентирующих создание ограждающих конструкций, стимулирует дополнение направления проектирования многослойных ограждений средствами регулирования потерь в период эксплуатации за счет компенсации потерь тепла поступлениями в этот период, обеспечиваемыми проявлением свойств подвижных потоков, несущих энергию от внешних источников, не учитываемых всеми предшествующими нормативами. Выбранное направление требует доработки и включения в действующие нормативы и указания проектированию оград.

Ключевые слова: энергосбережение, многослойные ограждающие конструкции, капитальные затраты, подвижный поток, замкнутый поток, теплообмен, потери.

Н.А. Прусенков

Одеська державна академія будівництва та архітектури, вул. Дідрихсона, 4, м. Одеса, 65029

НАПРЯМОК ВДОСКОНАЛЕННЯ БАГАТОШАРОВИХ КОНСТРУКЦІЙ ОГОРОДЖЕНЬ

Ретроспективне порівняння норм, що регламентують створення конструкцій огорожень, які стимулює додаток до напрямку проектування багатошарових огорож засобами регулювання втрат на етапі експлуатації за рахунок компенсації втрат тепла надходженнями саме на цьому етапі, що забезпечується проявом властивостей рухомих потоків, що несуть енергію від зовнішніх джерел, які не враховуються усіма попередніми нормативами. Напрямок, що обрано потребує доопрацювання та включення в діючі нормативи та вказівки з проектування багатошарових огорож.

Ключові слова: енергозбереження, багатошарові огорожувальні конструкції, капітальні витрати, рухливий потік, замкнутий потік, теплообмін, втрати.

N.A. Prusenkov

Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Didrihsona str., 4, Odessa, 65029.

DIRECTION OF IMPROVING MULTILAYER ENCLOSING CONSTRUCTIONS

A retrospective comparison of the norms, regulating the creation of enclosing structures which stimulates addition directions design of multilayer fencing means of regulation of losses during operation due to compensation of heat revenues in the period of operation provided by the manifestation of the properties of the moving threads, bearing the energy from external sources that are not covered by previous regulations. The selected direction requires revision and implementation into the effective guidance on the fences design.

Keywords: energy saving, multi-layered fencing constructions, capital costs, movable thread closed flow, heat transfer, losses.

I. ВВЕДЕНИЕ. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ СОЗДАНИЯ ОГРАЖДЕНИЙ ЗДАНИЙ

Все ограждающие конструкции зданий и сооружений призваны разделять окружающее объект пространство на два – наружное и внутреннее, находящиеся с обеих сторон поверхностей ограждения. Эти поверхности омываются теплоносителями, каждый из которых изменяет свои характеристики, независимо от других, контактирующих с соответствующими поверхностями. Согласно назначению конструкции, использованные в данной работе, могут рассматриваться модификациями теплообменных аппаратов, что регламентирует отнесение многослойных ограж-

дений к разделу Международной Патентной Классификации (МПК¹²) - F28 9/02 «Теплообменные аппараты с неподвижными плоскостями или пластинчатыми каналами для теплоносителей, которые контактируют с разделяющими стенками». В процессе поиска вариантов способа регулирования потерь тепловой энергии многослойными ограждающими конструкциями (МОК), идея и задачи, обеспечиваемые теплообменными аппаратами, несколько переориентированы и дополнены для многослойных ограждающих конструкций, сравнительно с существующими аналогами для этого класса. Вместо повышения теплоотдачи в окружающее пространство наружной поверхности, как это предусмотрено, например, в

отопительных приборах, модернизируются устройства, формирующие свойства процесса регулирования перехода теплового потока через внутреннюю поверхность многослойного ограждения за счет изменения термического сопротивления всей конструкции на этапе эксплуатации. В число основных задач, решаемых в первую очередь многослойными ограждениями, следует включить:

- поддержание постоянной температуры внутри объекта при независимо изменяющейся температуре снаружи ограды в период эксплуатации;
- уменьшение затрат энергии тепловым потоком, переходящим через ограждение, при минимизации эксплуатационных и капитальных потерь на изоляцию теплообменного аппарата, представленного МОК.

Как следствие перехода теплового потока между внутренней и наружной поверхностями ограждения (пересечения потоком тепла поперечного сечения МОК), возникающего из-за перепада температур поверхностей конструкции, разделяющих пространство на объемы с разными теплотехническими характеристиками, формируется потеря энергии, которая расходуется на преодоление термического сопротивления, оказываемого МОК этому потоку. Соответственно, затраты энергии на поддержание постоянной температуры внутри сооружения должны регулярно корректироваться, из-за хаотичности изменений наружной температуры, формирующей сопротивление переходу тепла через МОК, достигая уменьшения потерь. При этом известные методические указания для расчета и проектирования ограждений регламентируют допустимые значения теплотехнических характеристик, их расчетных и экстремальных значений только в период создания ограждений на этапе осуществления капитальных затрат [2], а привязки их к этапу эксплуатации объектов в нормах нет [1,3,4]. Устранение этого несоответствия может оказаться одним из факторов, присущих пути выбора перспективного направления совершенствования конструкций многослойных ограждений.

Цели публикации:

- сопоставительная оценка современной нормативной базы и теоретических разработок для расширения общего числа научных и технологических предпосылок модернизации существующих МОК;
- выявление особенностей и свойств, не реализованных в многослойных ограждениях для разработки и совершенствования способов регулирования потери тепла в потоке, переходящем через многослойное ограждение в период эксплуатации;
- предложения для разработки способа уменьшения потерь тепла при переходе потоками многослойных ограждений в производственных условиях;
- поиск перспективного направления проек-

тирования многослойных конструкций ограждений, ориентированного на экономию затрат энергии, для формирования задач и планирования дальнейших исследований.

II. НОРМАТИВНАЯ БАЗА СОЗДАНИЯ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

В настоящее время руководящим документом при решении задач регулирования потерь тепловыми потоками, переходящими через ограждающие конструкции, считается ДБН «Тепловая изоляция зданий и сооружений» В.2.6-31:2006 [1]. В рамках этого документа принято, что удельное сопротивление теплопередаче ограждений – основной критерий в указанном нормативе, гарантирующий обеспечение температурного режима эксплуатации конструкции наиболее экономичным способом - формируется в период создания ограждающей конструкции (на этапе осуществления капитальных затрат) [1,2,3]. При наличии большого числа решенных задач проектирования многослойных ограждений, а также многолетнего опыта их строительства и эксплуатации, разработаны и используются методики проектирования конструкций, пригодные и используемые как современными, действующими, так и существовавшими ранее нормами, имеющими силу закона. Например, практически одинаковы алгоритмы и методы расчетов, отличающиеся друг от друга только правилами выбора исходных данных, и используемые нормой, действующей в настоящее время [1], и предшествующей нормой, существовавшей еще в прошлом тысячелетии [3]. Эти нормативные документы заложены в фундаментальные основы методик проектирования многослойных ограждающих конструкций:

- определяют нормативные значения термических сопротивлений, которые по мнению авторов этих руководящих документов, при условии выполнения указаний базовой нормы, должны обеспечить температурный режим эксплуатации, соответствующий требованиям этой базовой нормы;
- определяют толщину, площадь, проемность (неоднородность) и прочие геометрические показатели, заданные архитектором, а также размеры и теплотехнические характеристики ограждающей конструкции, зависимо от величины нормируемого удельного термического сопротивления;
- проектируют и формируют слои многослойных ограждений, физические свойства и технологические требования к ним, зависимо от условий эксплуатации;
- уточняют число, размеры и назначения слоев ограждающих конструкций;
- устанавливают материалы и среды, из которых изготовлены отдельные слои ограждения и их теплотехнические свойства, обеспечивающие нормативы в расчетных режимах последующей эксплуатации. При этом удельное сопротивление

теплопередаче конструкции ограждения, обеспеченное при создании, считается неизменным все время ее существования, в том числе, постоянным на этапе эксплуатации [1,4].

Следует обратить внимание, для удобства восприятия объективности цели и сути представленной научно-технической разработки, что в соответствии с указаниями базовой нормы [1], в период существования объекта, все перечисленные действия с конструкцией проектируют и выполняют на этапе осуществления капитальных затрат, до начала этапа эксплуатации. Или, другими словами, регулирование теплотехнических характеристик ограждающих конструкций на этапе эксплуатации базовый норматив [1] не предусматривает. При таком подходе к средствам и способам создания ограждающих конструкций, обеспечивающем расчетные или нормативные теплотехнические характеристики, регулирование удельного термического сопротивления ограждения при эксплуатации объекта не осуществляется, оставляя изменение термического сопротивления конструкции атрибутом только этапа априорных капитальных затрат [2]. Как следствие применения существующей нормы, отмечаются и могут считаться прогнозируемыми:

- отказ от учета в расчете теплового баланса объекта возможного поступления потоков, компенсирующего потери тепла через ограждающие конструкции;

- потеря энергии потоком, проходящим ограждающую конструкцию на этапе эксплуатации, на взаимодействие с пересекающимися его внешними воздействиями;

- неуправляемость в период эксплуатации потерь тепловой энергии, остающихся только функциями, изменяющимися зависимо от перепада температур на поверхностях и капитальных затрат в период их создания.

- увеличение нагрузки на оборудование и средства систем отопления и вентиляции зданий и сооружений;

- отказ от использования энергии возможных поступлений в отдельные слои, сформированных внешними источниками.

Ограничения, наложенные действующей нормой на использование возможных конструктивных и технологических решений, позволяющих расширить число признаков и свойств, проявляемых многослойными конструкциями ограждений и благоприятствующих разработке способов регулирования потерь энергии в МОК, за счет взаимодействия пересекающихся в них составляющих потоков в период эксплуатации, снижают эффективность использования материально-технических ресурсов и затраченных средств. Кроме всего, при выборе перспективных направлений модернизации проектирования и создания многослойных ограждающих конструкций целесообразно использовать предложения, стимулирующие учет и привлечение свойств легкодоступных и недорогих средств воздействия на теп-

ловые потоки, исключенные из рассмотрения существующими нормами и указаниями [1, 3, 4].

Производство диктует необходимость создания способа регулирования потерь энергии тепловым потоком, проходящим через конструкцию и реализующим управляющее воздействие изменения температур на поверхностях ограждения, для снижения потерь энергии, во время эксплуатации объекта, что отражено и учтено в целях и задачах представленной работы.

III. ПРИОРИТЕТНОСТЬ НЕИЗМЕННОСТИ СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ МНОГОСЛОЙНОЙ ОГРАЖДАЮЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ

Важнейшим признаком действующей научно-теоретической базы, организующим ход проектирования многослойных ограждающих конструкций является принцип постоянства полного и удельного термического сопротивления ($R=\text{const}$ - удельного сопротивления теплопередаче) ограждающей конструкции и ее слоев. Перечисленные ранее источники [1,3,4] не противостоят этому принципу, а наоборот, подчеркивают важность соблюдения их в специальных пунктах. В том числе:

- а) Существовавшие ранее нормы [3] даже ввели понятие замкнутые слои, но сочетав его с использованием определений - вентилируемые слои и прослойки, они исключили из методик расчетов и норм учет последствий проявлений свойств, характеризующих способность перемещения энергии в их среде.

- б) Действующая в Украине современная норма [1] исключила из раздела, содержащегося в ней - «Понятия и определения» - градацию и классификацию каких-либо свойств перемещаемой энергии в слоях. Признав объективность существования воздушных слоев и прослоек, эта норма (запретила) отменила учет их свойств, проявляемых благодаря подвижности среды, из которой они состоят, исключив, соответственно, из расчетов и проектирования учет термического сопротивления слоев, контактирующих с окружающим ограждение пространством. Этим практически узаконен статус постоянства удельного термического сопротивления слоев и МОК в целом, определяемого суммой неизменных составляющих неподвижных слоев, формирующих конструкцию ограждения. Это закрепляет исключительность выбора методик расчетов ограждений, изготовленных только из замкнутых, неподвижных элементов и составляющих их слоев.

- в) Пионерные, казалось бы, новшества к действующим нормам, в виде разработки рекомендаций по устройству фасадных систем [4], декларируя положительные свойства движущегося потока как перспективное внедрение, ограничиваются включением в теплотехнические расчеты свойств только неподвижных (замкнутых) составляющих вентиляционных потоков. Этим они

только частично стимулируют продолжение выбора направления совершенствования многослойных ограждений, использующих слои из перемежающихся сред. Но, наличие в этом документе разночтений в определении основных характеристик и законодательные аспекты, ограничивающие применимость рекомендации других стран в Украине, требуют критического отношения к допустимости использования рекомендаций и указаний, предусмотренных этим документом. Следует отметить, что идея использовать способность составляющей подвижной энергонесущей среды в слоях ограждающих конструкций, официально получила подтверждение своей актуальности именно в этих рекомендациях [4]. Но, с другой стороны, именно эта публикация рекомендаций ограничивается при проектировании МОК учетом свойств только замкнутых составляющих подвижных теплоносителей потоков через ограждения, оставляя использование подвижных составляющих в подвижных потоках без внимания.

г) Приоритет, отданный постоянству термического сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции, выделен как базовый принцип использования теории теплоперехода потока через ограждающую конструкцию всеми сопоставляемыми вариантами нормативной базы проектирования ограждения [1,3, 4]. Он очевиден и объединяет, в рассмотренной ретроспективе, основы составления методик и алгоритмов регулирования потерь энергии потоками в ограждениях, модернизацией изменения термических сопротивлений слоев, в период (на этапе) осуществления капитальных затрат при создании всех замкнутых слоев оград [1, 2, 3, 4]:

$$R_{\text{огр}(x)} = R_{\text{в}} + \sum x (\delta_x / \lambda_x) + R_{\text{н}}, \text{ (м}^2 \cdot \text{К) / вт} \quad (1),$$

где $R_{\text{огр}(x)}$, $\text{ (м}^2 \cdot \text{К) / вт}$ – удельное термическое сопротивление (удельное сопротивление теплопередаче) ограждающей конструкции, состоящей из заданного числа слоев, с учетом теплообмена на поверхностях ограды;

$R_{\text{в}(н)}$, $\text{ (м}^2 \cdot \text{К) / вт}$ – удельное термическое сопротивление теплопереходу внутренней (наружной) поверхности ограждающей конструкции;

$\alpha_{\text{в}(н)}$, $\text{ вт / (м}^2 \cdot \text{К)}$ – коэффициенты теплоотдачи внутренней ($\alpha_{\text{в}}=8,7$) или наружной ($\alpha_{\text{н}}=23,0$) поверхностей многослойной ограждающей конструкции;

$\sum x$, б.р. – знак суммы заданного числа слагаемых (x);

δ_x , м – толщина заданного слоя (x);

λ_x , $\text{ вт / (м}^2 \cdot \text{К)}$ – теплопроводность заданного слоя (x); $\delta_x / \lambda_x = R_x$, $\text{ (м}^2 \cdot \text{К) / вт}$ – удельное термическое сопротивление заданного слоя (x).

Для совершенствования МОК введением и учетом свойств сред слоев, перемежающихся энергией, указаний действующих и существующих норм [1], регламентирующих проектирование

оград, ограничивающихся обеспечением нормативного значения минимально допустимого значения термического сопротивления явно недостаточно. Существенным оказывается влияние перепада потерь плотностей тепловых потоков при неизменном термическом сопротивлении ограждения и экстремальных нормативах температур, сравнительно с аналогами для средней температуры отопительного периода [1,5]. Создается даже впечатление, что указанные разночтения и сохранение в расчетах приоритета за величиной термического сопротивления – это «неслучайная» случайность, способствующая акцентированию внимания только на требовании регулирования потерь при осуществлении этапа капитальных затрат, пренебрегая этапом эксплуатации [2, 5]. Необходимы дополнительная информация и теоретические обоснования, доказывающие преимущества и приоритетность выбора наиболее эффективного варианта эксплуатации МОК.

Температуры на внутренней и наружной поверхностях подвижных слоев, а так же средняя температура среды расчетного слоя и температурный напор в нем, указанным отечественным документом не нормируются. В действующей ДБН, как и во всех сопоставляемых документах [1, 3, 4], правил конструирования подвижных слоев и определения их теплотехнических характеристик, описывающих процесс, происходящий в подвижном слое, нет. Бывает, что требования к размещению слоев МОК безнаказанно нарушаются. Доказательства этого можно найти, анализируя множество уже существующих конструкций. Вообще, в отечественной нормативной базе, следовательно, в правилах и методических указаниях проектирования слоев ограждающих конструкций, допущенных к использованию в настоящее время, нет норм и рекомендаций по созданию слоев, изменяющих теплотехнические характеристики конструкции в период эксплуатации, для регулирования потерь энергии потоками, переходящими через нее. Действующая норма, как и сопоставляемые нормативы и указания к ним [1, 3, 4], считают достаточным представление воздушных и вентилируемых слоев и прослоек элементами конструкции, равноценными замкнутым слоям, исключая свойства элементов, проявляемые при подвижности среды из которой они могут оказаться изготовленными. Может быть, этим частично объясняется исключение нормой из расчетов слоев, взаимодействующих с окружающим пространством [1]. Срочно необходимо пересмотреть и узаконить допустимость использования свойств, проявляемых подвижными средами, из которых могут состоять слои ограждающих конструкций, для расширения числа приоритетных теплотехнических характеристик ограждений, регламентирующих проектные решения и потери энергии потоками, переходящими через них.

В период наступившего энергетического кризиса, правила проектирования должны стиму-

ливать рост значимости критериев, выделяющих главным показателем экономии ресурсов и уменьшение потерь энергии.

IV. ЭНЕРГОПОТЕРИ МНОГОСЛОЙНЫМИ ОГРАЖДАЮЩИМИ КОНСТРУКЦИЯМИ

С позиций целенаправленности проводимого анализа уместно сопоставление потерь энергии в МОК, рассчитанных согласно требованиям, существовавшим ранее, действующих норм и рекомендаций опубликованных ранее (А, Б, В) [1, 3, 4]:

- для выбора направления модернизации или совершенствования методик проектирования и оптимизации расчетов МОК;

- для разработки способов регулирования потерь энергии потоками, проходящими через ограждение.

Целесообразно сравнить отношение перечисленных нормативных документов к потерям энергии тепловыми потоками, переходящими через одинаковые конструкции. Однако предшествующая норма и представленные в данной публикации пионерные разработки не содержат указаний, позволяющих оценить изменение плотности теплового потока в конструкции. Видимо, разработчики этих документов считают достаточным констатировать регламентацию взаимосвязи между расчетными значениями температурного перепада и удельного термического сопротивления, подтвержденную выполнением закона Фурье:

$$q_{\text{огр}} = \Delta t_{\text{огр}} / R_{\text{огр}} = (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) / R_{\text{огр}} = f(t_{\text{н}}), \text{ Вт/м}^2 \quad (2)$$

где $q_{\text{огр}}$, Вт/м² – удельные потери мощности потоком (удельная плотность теплового потока через МОК), при обеспечении заданного температурного перепада;

$\Delta t_{\text{огр}} = (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) = f(t_{\text{н}})$, °С – температурный перепад, равный разности внутренней и наружной температур, рассматриваемый их функцией;

$t_{\text{в}}$ и $t_{\text{н}}$, °С – температуры снаружи и внутри ограды, разделяющей пространство;

$R_{\text{огр}}$, (м²·К)/Вт – удельное сопротивление теплопередаче конструкции ограждения (удельное термическое сопротивление ограждающей конструкции).

Существует и уже использует обновления, содержащиеся в действующей норме, методика проектирования, рассматривающая перспективу выбора более наглядного критерия, обосновывающего конструктивные решения (см. п.3 ст.7-9 [1]). Видимо авторы отечественной нормы предполагают ужесточить нормативные требования к регулированию потерь энергии, введением ограничений на удельные теплотери отопления зданий:

$$q_{\text{зд}} < E_{\text{max}}, \text{ (кВт·час)/м}^2 \quad (3)$$

где $q_{\text{зд}}$, (кВт·час)/м² – фактические удельные теплотери зданием;

E_{max} , (кВт·час)/м² – максимально допустимые значения удельных теплотери (см. т.т. 4 и 5 стр. 8 и 9 [1]).

К сожалению, сопоставление потерь плотности теплового потока (2) с фактическими удельными теплотериями или их максимально допустимым значением (3) осуществлять нельзя. Авторы базовой ДБН умышленно указывают эти величины в различных системах единиц измерения. Результаты расчетов теплотери через ограждающие конструкции являются исходными для расчета удельных потерь энергии зданием в целом.

ВЫВОДЫ

1. Действующие [1] и существовавшие ранее [3] нормы, правила и методические указания, а также пионерные рекомендации [4] по расчету и проектированию ограждающих конструкций основываются на реализации теории теплообмена, базирующейся на законе Ж.Фурье. Многолетний опыт создания многослойных ограждений и современные проблемы энергообеспечения жизнедеятельности требуют выявления резервов экономии не предусмотренных современной нормативной базой.

2. Проведен сопоставительный анализ известных норм и способов проектирования ограждений, обеспечивающий выбор направления пути модернизации их проектирования и эксплуатации. Сравниваются между собой три известные нормы, проверенные при проектировании МОК в разное время развития строительной индустрии:

А. – нормативный документ, используемый до 2000г. [3];

Б. – рекомендации совершенствования ограждений созданием фасадных систем (с 2002 года) [4];

В. – действующая государственная норма изоляции сооружений (с 2006 года) [1];

3. Современные принципы теории регулирования сопоставляемые нормативы, в первую очередь, выделяют постоянство их удельного термического сопротивления, приобретенного ограждением в период со-здания (осуществления капитальных затрат [3]).

4. Приоритетность постоянства удельного термического сопротивления, декларируемая сопоставляемыми документами, ограничивает использование производственного потенциала и свойств конструкций ограждения, проявляемых в период эксплуатации, при возможности формирования поступлений энергии и использования резервов внешних источников.

5. Мероприятий по регулированию потерь потоками тепла, переходящими через многослойные ограждения в период эксплуатации, действующие нормативы и сопоставляемые с ними, не предусматривают.

6. Возможность проявления свойств по-

движных сред и потоков в конструкции многослойного ограждения со-поставляемые нормы расценивают по-разному:

- существовавший ранее нормативный документ (А) [4] – не предусматривает;

- «Рекомендации», предложившие в виде пионерной альтернативы использование свойств теплоизоляционных замкнутых составляющих подвижных потоков, (Б) [5] – ограничиваются добавлением в расчеты удельного термического сопротивления только замкнутой (неподвижной) составляющей потока тепла;

- действующая норма (В) [2] – исключает из расчетов теплопередачи все изоляционные слои, находящиеся между воздушной прослойкой и поверхностью ограждающей конструкции (см.п.1.6.6 [2]).

7. Многолетний опыт создания и проблемы энергообеспечения требуют выявления резервов экономии ресурсов, не предусмотренных современной нормативной базой. Только действующая норма включает главы, предусматривающие регулирование потерь и формирует необходимость включать в расчеты резервы эксплуатации энергоносущих потоков МОК.

8. Привязки мероприятий по регулированию потерь потоками, переходящими через ограждения в период эксплуатации, нормативы не предусматривают.

9. Приоритетность постоянства удельного термического сопротивления ограничивает использование производственного потенциала и свойств конструкций ограждения, проявляемых в период эксплуатации, при возможности формирования поступлений энергии и использования резервов внешних источников.

10. Достигнутая цель публикации стимулирует создание направления конструктивно-технологической модернизации МОК для решения задач, связанных с компенсацией потерь переходящими потоками энергии. Теоретические и нормативные основы совершенствования МОК уместно дополнить результатами дальнейших исследований, осуществляемых в указанном направлении, использования свойств подвижных потоков в многослойных ограждениях.

ЛИТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.6-31:2006 Теплова ізоляція будівель.- Київ: Мінбуд України «Укрбудінформ», 2006р., 65ст.
2. **Прусенков Н.А.** Капитальные и эксплуатационные затраты ограждений. – Одеса: ВІСНИК ОДАБА, вип. № 45. – 2012 г. – С. 199-202
3. СНиП 11-3-79** Строительная теплотехника. – М.: Госстрой, 1986. – 32 с.
4. Рекомендации к проектированию навесных фасадных систем с вентилируемым воздушным зазором для строительства и реконструкции строений. – М: Москомархитектура – 2002 – 104 с., с ил.
5. **Прусенков Н.А.** Дополнительные свойства потоков для снижения потерь ограждениями. – Одеса: ОДАХ, Холодильна техніка та технологія, №3 (137), 2012, с. 40-47.

REFERENCES

1. DBN В.2.6-31: 2006 Teplovaya izolyatsiya budivel. – Kyiv: Minbud Ukrainy «Ukrbudinform», 2006, 65 s.
2. **Prusenkov N.A.** Kapitalnie i ekspluatatsionnie zatрати ograzhdeniy / Capital and operating fencing costs. – Odessa: News of ODABA, vip. № 45. – 2012 – S. 199-202.
3. SNiP 11-03-79 ** Stroitel'naya teplotekhnika / Construction heat engineering – Moscow: Gosstroj, 1986, 32 s.
4. Recommendations for the design front-mounted systems with a ventilated air gap for the construction and renovation of buildings. – М: Moskomarkhitektura – 2002 – 104 s.
5. **Prusenkov N.A.** Dopolnitelnie svoistva potokov dlya snizheniya poter ograzhdeniyami / Additional properties flux cove to reduce the loss of guards. – Odessa: Refrigeration engineering and technology, №3 (137), 2012, s. 41-47

Получена в редакции 25.08.2013, принята к печати 14.10.2013