УДК 697.331.

***Н.А.Прусенков***

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

**УМЕНЬШЕНИЕ ПОТЕРИ ТЕПЛОВЫМ ПОТОКОМ ОГРАЖДЕНИЯ**

**ПОДАЧЕЙ ‘ПОДВИЖНОЙ’ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ.**

*В статье оценены перспективы практической реализации и основы использования метода «суперпозиционирования» для компенсации тепловой энергии, теряемой при переходе теплового потока между поверхностями многослойной ограждающей конструкции, и предложено дополнительно создать условия для включения и учета в расчете потерь энергии поступления тепла от внешних источников.*

***Ключевые слова:*** *Компенсация, нормативы, поступления от внешних источников, по-тери энергии, составляющие,* *«суперпозиционирование».*

*In the article the prospects of practical realization and basis of the use of method "of superpositioning" are appraised for indemnification of the thermal energy lost in tran- sition of thermal stream between the surfaces of multi-layered non-load-bearing cons-truction, and it is suggested additionally to create terms for plugging and account in the calculation of losses of energy of receipt of heat from outsourcing.* In the article the *pros-pects of practical realization and basis of the use of method of "superpositioning" are appraised for indemnification of the thermal energy.*

***Keywors:****indemnification, norms, receivabless from outsourcing, lost of energies, constituents, "superpositioning".*

**I. АЛЬТЕРНАТИВА СНИЖЕНИЮ ПОТЕРЬ ТЕПЛА ЗА СЧЕТ КАПИТАЛЬНЫХ ЗАТРАТ**

Проблема экономии энергоресурсов становится одним из определяющих факторов оценки уровня научно-технического и социального развития стран. Особенно остро Украина почувствовала это в условиях экономического и энергетического кризиса, стимулировавшего резкое увеличение стоимости топлива для развивающейся экономики.

В строительстве и коммунальном хозяйстве проблему энергоемкости производства удалось частично решить снижением потерь энергии через ограждающие конструкции. Специально был создан документ ДБН В.2.6-31-2006 «Тепловая изоляция зданий» (взамен используемых СНиП). Выполнение его указаний стимулировало увеличение нормативного значения термического сопротивления более чем в два раза. ДБН [1], к сожалению, сформировал предпосылки для утверждения, что термическое сопротивление ограждающих конструкций можно увеличить исключительно за счет капитальных затрат. Очевидно, по мнению авторов ДБН [1], увеличение капитальных затрат благоприятствовало адекватному уменьшению эксплуатационных, в том числе затрат на ресурсы. Похоже, что других путей и способов уменьшения эксплуатационных затрат, в том числе потерь энергии через ограждающие конструкции никто не искал. В результате следовало ожидать всеохватывающей реконструкции уже эксплуатируемых объектов с целью нормирования термического сопротивления оград. Но для состояния экономики и производственной базы страны такая задача оказалась невыполнимой и решать ее никто не собирался. Проблема осталась.

Данный ДБН [1], практически однозначно, рекомендует увеличение термического сопротивления за счет капитальных затрат на создание ограждающих конструкций:

**R = δ/λ,** (м2οС)/вт……………………….**ф.1.** где:

**- δ,** м – толщина ограждения - чем она больше, тем больше термическое сопротивление;

**- λ,** вт/(мοС) – теплопроводность ограждения - чем она меньше, тем больше термическое сопротивление ограждающей конструкции.

Совершенно очевидно, что существующий конструктивный арсенал не удовлетворяет требованиям современной технологии производства. Необходимо искать способы и средства снижения потерь энергии на поддержание температурного перепада на поверхностях ограждающей конструкции (tогр) без ощутимого увеличения капитальных затрат.

Как альтернативу создавшейся ситуации перспективно рассмотреть перспективу компенсации потерь энергии подачей тепла в потоках, созданных внешними силами. Имея представление о многослойных ограждениях, легко представить возможность включения в состав ограждения слоя перемещающейся среды, несущего в себе тепловую энергию, поступившую от внешних источников. Согласно ДБН [1] все слои, кроме соприкасающихся с наружным воздухом - ‘замкнутые’, что не предусматривает создание дополнительного потока. Этот поток (его слой и среда) должен обеспечить подачу, перемещение и компенсирующее взаимодействие подаваемой от внешних источников энергии, при этом сохраняя свойства, принадлежащие ‘замкнутой’ составляющей. До получения подробных и узаконенных нормативных указаний его можно назвать - ‘подвижным’.

**II. СУПЕРПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ ПОТОКОВ В ‘ПОДВИЖНЫХ’ СРЕДАХ**

В ‘подвижном’ слое возможно дополнительное регулирование баланса перехода тепла между поверхностями ограждающей конструкции процессами, не влияющими на термическое сопротивление слоев ограждения в направлении этого перехода. Несомненно, в этом случае, термическое сопротивление конструкции и ее слоев в направлении теплоперехода также остается неизменным (Rогр= ∑Rx= const, (м2οК)/вт).

В частности, рассматривается процесс поступления тепловой энергии в среде ‘подвижного’ слоя (Qппх, дж), при соответствующей мощности теплопоступлений (Nппх= Qппх/tсек, вт). Это не противоречит совмещению способности ‘подвижной’ среды переносить в себе тепло с выполнением функции ‘замкнутого’(з) слоя по обеспечению перехода энергии между наружной и внутренней поверхностями в этой же среде, предусмотренные и закрепленные в нормативной базе [1]. Создание ‘подвижных’ слоев многослойных ограждений обеспечивает возможность подачи и включения в тепловой баланс конструкции дополнительного тепла, поступающего от внешних источников. На первом этапе формирования методики расчета потерь тепла ограждающей конструкцией, учитывающей дополнительное поступление энергии в многослойное ограждение с ‘подвижными’ слоем и средой (п), рассматривается наличие одного ‘подвижного’(п) слоя и общей среды в нем, в том числе обеспечивающее переход тепла между поверхностями слоя (‘замкнутая’ (з) составляющая) и перенос поступлений от внешних источников (‘подвижная’(п) составляющая). При этом, для удобства описания исследуемого процесса, в индексы к буквам, обозначающим физические величины, входящие в формулы, включена нумерация слоев ограждающей конструкции (х), начиная от первого внутреннего. Т.е. номер слоя (х) дополнен буквенным уточнением, указывающим ‘подвижный’ (п) или ‘замкнутый’(з) слой и среда(п), если это необходимо.

Для упрощения описания процесса и формализации расчетных операций для его, связанных с оценкой потерь тепловым потоком при переходе тепла через ограждение между наружной и внутренней поверхностями, в том числе через ‘подвижный’ слой, являющийся одним из общего числа слоев ограждения (х), следует акцентировать внимание на целесообразности использования преимуществ методики «суперпозиционирования» суммарного (общего) потока потерь тепла в среде ‘подвижного’ слоя (Qпх) с соответствующей мощностью (Nпх). В расчете теплового потока через среду ‘подвижного’ слоя выделяют две составляющие, объединяемые по результатам проявления свойств в общий поток: -1.-‘замкнутая’ составляющая (Qпзх) – сохранившая свойства и принципы расчета потерь, учтенные и предусмотренные действующими нормами теплотехники [1];

-2.-‘подвижная’ составляющая (Qппх) – сохраняющая способность переносить энергию в среде из которой состоит ‘подвижный’ слой. Тогда, относительно ‘подвижного’ слоя, энергия и мощность его потерь представляются суммами соответствующих характеристик потерь составляющих [2]:

**Qпх= Qппх+Qпзх,** дж **и Nпх=Nппх+Nпзх,** вт....**ф.2.**

Учитывая оговоренное ранее наличие в конструкции многослойного ограждения только одного ‘подвижного’ слоя и послойно раскладывая потери конструкции в целом на составляющие, с последующим приведением подобных и онулением ‘подвижных’ составляющих во всех ‘замкнутых’ средах, получают уравнение потерь тепла в многослойных ограждениях, с одним ‘подвижным’ слоем:

**Qогр=∑Qзх+Qппх,** дж **и Nогр=∑Nзх+Nппх,**вт…**ф.3.**, где:

- Qогр и Nогр – потеря тепла и мощности многослойным ограждением, дж и вт, соответственно;

- ∑Qзх и ∑Nзх – суммы аналогичных потерь через ‘замкнутые’ составляющие, которые рассчитываются в соответствии с указаниями существующих методик на базе ДБН [1], дж и вт;

- Qппх и Nппх – потери ‘подвижной’ составляющей в ‘подвижной’ среде, расчет которой не предусмотрен методиками, базирующимися на действующих нормах ДБН [1], дж и вт.

С одной стороны, потери в ‘замкнутых’ составляющих определяются в соответствии с известной и узаконенной ДБН [1] методикой расчета перехода тепла через ограждение, базирующейся на взаимосвязи потерь энергии и перепадов температур на его поверхностях, зависимо от термических сопротивлений всего ограждения и его слоев, а также температурных перепадов между ними:

**Nогр(х)= (Δtогр(х)** х **Fогр(х))/Rогр(х**), вт……..…...**ф.4.**, где:

- Nогр и Nх, вт – потери энергии ограждением или любым слоем с заданным номером;

- Δtогр и Δtх, οС(οК)– температурные перепады на поверхностях ограждений или слоев;

- Fогр и Fх, м2 – площади поверхностей ограждения или его слоев;

- Rогр и Rх, (м2οК)/вт – термические сопротивления всего ограждения или отдельного слоя.

С другой стороны, следует обратить внимание, что указанный нормативный документ ДБН [1] не предусматривает возможности дополнительных поступлений энергии в систему работы ограждающей конструкции. Во многих случаях, в расчетах, выполненных без учета возможности компенсации потерь за счет поступлений от внешних источников, формируется потеря энергии, которая могла бы быть утилизирована или за ее счет стимулировалось бы снижение термического сопротивления огражде-ния. Отсутствие в оппонируемых ДБН рекомендаций относительно необходимости возможной экономии энергии за счет поступлений от внешних источников благоприятствует загрязнению окружающего пространства выбросами и повышению капитальных затрат на достижение увеличенного нормативного значения термического сопротивления ограждающей конструкции [3].

Так как энергопотери – характеристика более высокого порядка, чем температурный перепад и термическое сопротивление (Δtх,οК и Rх,(м2οК)/вт) – определяется через мощность, как их функция (Qх= =Nхxtсек= *f(*Δtx,Rx*)*, то и резервы уменьшения потерь энергии многослойной ограждающей конструкцией проще и перспективней искать в регулировании параметров, соответствующего порядка. Например, в снижении потерь и повышении поступлений энергии потоков тепла и их составляющих от неучтенных источников – внешних для системы [4].

**III.ПОСТУПЛЕНИЕ ТЕПЛА В ‘ПОДВИЖНОЙ’ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ**

Предварительно оговорено, что перемещающаяся (‘подвижная’) среда, формирующая ‘подвижную’ составляющую в соответствующем слое, создается внешними силами и является теплонесущей, т.е. содержит и перемещает в себе тепловую энергию. Преодоление сопротивлений перемещению и термического сопротивления для данной среды и несомой энергии не учитываются, с отнесением определения этих проблем к задачам, решаемым для внешних источников. В то же время, дополнительная мощность тепловой энергии, получаемой многослойной ограждающей конструкцией от внешних источников, может быть рассчитана по ф.5. [4].:

**Nппх = ΔTппх** x **Cν** x **Lпх,** ……………….**ф.5.**, где:

- Nппх , вт – дополнительная мощность от ‘подвижной’ составляющей суммарного потока ограждения;

- Lпх, м3/сек – расход дополнительной ‘подвижной’ составляющей теплового потока конструкции;

- Cν, дж/(м3οК) – объемная теплоемкость среды, формирующей ‘подвижную’ составляющую потока;

- ΔTппх= tппх - (tвзх+tнзх)*/*2, οК(οС) – температурный напор ‘подвижной’ составляющей относительно ‘замкнутой’ в этом же слое:

-tппх – температура подаваемой от внешних источников ‘подвижной’ среды;

-(tвзх+tнзх)/2 = tсрпзх – средняя температура в тепловом потоке, сформированная ‘замкнутой’ составляющей слоя, рассчитываемая как полусумма температур на его границах ‘замкнутой’ составляющей при фактических значениях толщины слоя и термического сопротивления ‘замкнутой’ составляющей ‘подвижного’ слоя (δпх, м и Rпзх, (м2οК)/вт).

В подвижном слое встречаются, пересекаются и взаимодействуют две составляющие теплового потока через ограждающую конструкцию: ‘подвиж-ная’ и ‘замкнутая’. Операции их взаимодействия происходят совместно и одновременно. Математическое описание такого процесса трудоемко и представляется довольно сложной задачей. При этом, рассмотрение процесса с точки зрения реализации метода «суперпозиционирования» допускает, на данном этапе, возможность ограничиться расчетом исходных и сложением между собой конечных результатов расчетов составляющих на границах ограждающих слой поверхностей. При отсутствии или передаче внешним источникам затрат на обеспечение или регулирование взаимодействия составляющих ‘подвижного’ суммарного потока, величина этих затрат не отражается на потерях энергии ограждающей конструкции при переходе тепла через него. Тогда энергия ‘подвижной’ составляющей суммарного потока полностью расходуется на компенсацию потери энергии на пути ‘замкнутой’ составляющей.

**IV. ВЫВОДЫ**

1. В соответствии с действующими ДБН [1] изменение потерь энергии регламентировано значениями норматива термического сопротивления. Для удобства сравнения результатов оценки энергопотерь ограждениями, целесообразно указывать аналитические аспекты их взаимосвязи с этим сопротивлением.

2. Согласно указаниям [1] изменение термического сопротивления ограждения достигается только за счет совершенствования конструкции и свойств материалов, из которых они изготовлены т.е. за счет капитальных затрат в период создания объекта.

3. Альтернативой указаниям [1] может стать изме-нение потерь тепла многослойными ограждающи-ми конструкциями за счет поступлений компенсирующей энергии от внешних источников.

4. Для обеспечения подачи дополнительного тепла многослойным ограждениям альтернативным способом, необходимо предусмотреть в них обязательное наличие ‘подвижного’ слоя.

5. Описание процесса перехода тепла через ограждающие конструкции с ‘подвижным’ слоем совершенствуется и становится более доступным при разработке методики расчета благодаря использованию принципа «суперпозиционирования».

6. Продолжение изучения аспектов регулирования потерь энергии через ограждения с ‘подвижным’ слоем предполагает разработку рекомендаций для конструирования и выбора оптимальных параметров ‘подвижных’ составляющих.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. ДБН В.2.6-31:2006 Тепловая изоляция зданий и сооружений. – Киев: МИНстрой Украины, 2006г., - 65стр.
2. Прусенков Н.А.Компенсация потерь тепла в ‘подвижном’ слое ограждений.- Одесса: Холодильная техника и технология, 2012г., №1(135), стр.46-48.
3. Прусенков Н.А. Дополнительные свойства потоков для снижения потерь ограждениями.- Одесса: Холодильная техника и технология, 2012г., №3(137), стр. 40-42.
4. Прусенков Н.А. Температурный напор сме-шения потоков подвижного слоя огражда-ющих конструкций.–Одесса: ОГАСА, Вест-ник ОГАСА, вып.№44, 2011г., стр.284-287.