

УДК 697.331

Н.А.ПрусенковОдесская государственная академия строительства и архитектуры, ул. Дидрихсона, 4,
г. Одесса, 65029**СХЕМА ПЕРЕХОДА ТЕПЛА ЧЕРЕЗ МНОГОСЛОЙНОЕ ОГРАЖДЕНИЕ С ПОДАЧЕЙ
'ПОДВИЖНОЙ' СОСТАВЛЯЮЩЕЙ**

Переосмысливание принципов перехода составляющих потоков энергии между поверхностями ограждающей конструкции, на фоне возобновления за рубежом (2002 год) использования средств вентиляции для уменьшения потерь, требует дополнения существующей с 2006 года ДБН «Тепловая изоляция сооружений» указаниями, предусматривающими компенсацию потерь при неизменном, как требует норма, удельном термическом сопротивлении. Целесообразно дополнительно учитывать поступления энергии в период эксплуатации для совершенствования ограждений, что стимулирует пересмотр схемы описания процесса и положений ДБН.

Ключевые слова: дистрибуция – суперпозиционирование – компенсация – схема – норма – дополнение – термическое сопротивление.

Rethinking the transfer principles of energy flow component between the surfaces of the building envelope, amid renewed abroad (2002) the use of ventilation means to reduce losses, requires the addition to the existing 2006 SBN "Thermal insulation structures" normative data, providing the possibility of compensation for losses at a constant, as is required by this norm, thermal resistance acquired during construction to take into account the additional energy input during the operation to improve the fencing, which stimulates the revision of the description of the process and the provisions of SBN.

Key words: distribution – super-positioning – compensation – scheme – norm – supplement – thermal resistance

**I. СУЩЕСТВУЮЩАЯ СХЕМА ОПИСАНИЯ
ПЕРЕХОДА ТЕПЛА ЧЕРЕЗ ОГРАЖДЕНИЕ**

С точки зрения экономии тепловой энергии за счет снижения потерь при переходе теплового потока через многослойную ограждающую конструкцию ДБН [1] регламентирует создание условий этого перехода от внутреннего объема, с температурой – $t_{в}, ^\circ\text{C}$, к наружному объему – $t_{н}, ^\circ\text{C}$, формирующими температурный перепад – $\Delta t = t_{в} - t_{н}, ^\circ\text{C}$, обеспечением необходимого значения удельного термического сопротивления ограждающей конструкции

$$R = \Delta t/q = \sum(\delta_x/\lambda_x) + R_{в} + R_{н} \quad \dots(1)$$

Указанный нормативный документ (ДБН) [1] учитывает использование в расчетах только постоянных свойств конструкции, полученных при ее создании ($\lambda_x, \delta_x, R_x = \text{const}$ – этап капитальных затрат) и остающихся неизменными в период эксплуатации (этап эксплуатационных затрат), независимо от температурного перепада (Δt) [2].

Слои ограждающих конструкций, ограничивающиеся выполнением функций формирования необходимого термического сопротивления пересекающему их теплового потоку – Q , Дж, с мощностью – $N = Q/t_{\text{сек}}$, Вт, за счет свойств, созданных на этапе капитальных затрат и исключаящих из расчетов поступления при эксплуатации. Нормативный документ называет их ‘замкнутыми’ слоя-

ми [1]. Возможность подачи или поступления в ограждающую конструкцию компенсирующей потери процесса перехода теплового потока энергии эта норма, а соответственно, расчетная схема не предусматривает.

Схемы для графоаналитического описания процесса перехода теплового потока через однослойные и многослойные ограждающие конструкции, состоящие из ‘замкнутых’ слоев широко представлены в учебниках и методической литературе [3].

Известна альтернативная попытка включить в расчеты потерь энергии, при переходе теплового потока через ограждение, определение влияния поступлений через фасадные системы, осуществленная Россией в 2002 году [4]. Но, необоснованность выводов расчетных формул и нормативов, спрятанных под рекламными пассажами нововведений и конструктивных предложений, не позволили использовать положительные аспекты рекомендаций в действующей с 2006 года отечественной норме [1].

Базовая для описания процесса перехода тепла через многослойное ограждение схема оставляет без внимания потенциал использования энергии процесса за счет возможных, но не учитываемых, поступлений в период эксплуатации:

– не предусматривается возможность подачи дополнительной энергии в отдельные слои ограждений от внешних источников в период эксплуатации [5];

– не учитывается доступность регулирования характеристик перехода тепла через ограждение изменениями параметров процесса (Q ,дж; N ,вт; q , вт/м²; t ,°C; L ,м³/сек; δ ,м; λ , вт/(м°C)), а не только его термического сопротивления – $R = \delta/\lambda$, (м²°C)/вт, как в отечественной норме [6];

– не содержится общих требований, указаний и рекомендаций о критериях и пределах изменения основных характеристик и параметров подаваемого (поступающего – ‘подвижного’) теплового потока;

– не устанавливаются и не определяются принципиальные отличия в оценке ‘замкнутого’ и ‘подаваемого’ в ‘подвижном’ потоков сред и материалов;

– не указывается наличие или применимость известных теоретических основ расчета и взаимодействия потоков, пересекающихся в конструкции;

– не формулируются и не выдвигаются вопросы о теоретическом обосновании и создании нормативной базы, регламентирующей расширение потенциала регулирования потерь ограждением за счет использования не учтенных резервов конструкций, проявляющихся в период эксплуатации, не предусмотренных существующим нормативным документом, включая поступление энергии в ‘подвижных’ слоях при эксплуатации ограждений;

– не предусматривается использование средств вентиляции для воздействия на характеристики перехода преодолевающих ограждение потоков тепла;

– анонсируется перспективность привлечения ‘подвижных’ сред и слоев для уменьшения потерь тепла на изоляцию ограждающих конструкций [7].

II. ЭКСПРЕСС-ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ НОРМЫ ДБН

Перечень вопросов, возникающих при дополнении существующей нормы и, соответственно, графоаналитической схемы, при включении в рассмотрение ‘подвижных’ слоев оказываются существенно усложненным расширением общего числа и свойств каждого из слоев ограждений, вовлекаемых в регулирование потерь в процессе эксплуатации, формирующих требования и правила при разработке проектов. Кроме того, следует обратить внимание на некорректность и неоднозначность указаний и определений, использованных в первых разделах этого нормативного документа [1]. Пересмотр его крайне необходим в ближайшее время, но не является задачей публикации. Наоборот, предусматривается выполнение условий разработки и представления объяснений всех изменений в расчетной схеме, исключив нарушение установленных норм. Переработка и уточнение нормативного документа должны предшествовать узакониванию новшеств, формулирующих и регламентирующих достижение целей и задач, поставленных перед данной публикацией. Целесообразны варианты модернизации оппонируемой нормы,

при которых предложения достижения цели данной публикации, включают или учитывают уточнением, или стимулируют появление самостоятельных дополнительных указаний.

Проведенная экспресс-оценка нормативной базы создания многослойных ограждающих конструкций свидетельствует о недостаточном использовании для снижения потерь энергии потенциала свойств пересекаемых тепловыми потоками слоев, проявляемых в эксплуатационный период, ввиду перемещения дополнительной энергии в материале и среде ‘подвижной’ составляющей отдельного слоя. К причинам, стимулирующим проблемы в оценке резервов экономии энергии тепловыми потоками, в многослойных ограждениях следует отнести:

– представление ограждающих конструкций, сохраняющими в неизменности свои свойства, полученные в период их создания (капитальные затраты);

– исключение из теории и норм, рассмотрения и учета свойств ‘подвижных’ слоев, проявляемых при эксплуатации (эксплуатационные затраты).

Цель данной публикации – дополнение общепринятого графоаналитического описания процесса перехода теплового потока через многослойную ограждающую конструкцию характеристиками и показателями, учитывающими компенсацию потерь за счет поступлений в ‘подвижной’ среде отдельных слоев, причисленных в общую сумму с ‘замкнутыми’ группами, при определении числа слоев.

III. ПРИНЦИПЫ РАСЧЕТА ПЕРЕХОДА ОГРАЖД С ‘ПОДВИЖНОЙ’ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ

Предшествующий период модернизации ограждающих конструкций ознаменован широким внедрением многослойных ограждений, обогащающим их новыми свойствами дополнительных слоев или изменяющим имеющиеся свойства в целом. При этом, нарушения нормативных требований, правил, конструктивных решений [1], не допускаются. Норма не оговаривает, считая общепринятыми ограничения и учитываемые принципы:

- поверхности слоев не взаимодействуют;
- поверхности не перемещают и не уничтожают границы соприкасающихся с ними соседних слоев;
- переносом тепла вдоль осей слоев, узаконенная нормой расчетная схема пренебрегает [1];

- в рамках достижения цели публикации, существующая схема [3] дополняется отдельным ‘подвижным’ слоем, располагаемым между двумя ‘замкнутыми’, исключая изменение его границ.

- каждый слой может быть представлен самостоятельным элементом в составе конструкции или даже самостоятельным ограждением, проявляющим собственные, присущие только ему свой-

ства, составляющие слагаемые для всего ограждения.

Соответственно, термическое сопротивление ограждающих конструкций распределяется (дистрибутируется) между слоями и блоками, представляющими самостоятельные ограждения. Следствием этого принципа (дистрибуции) является допустимость группирования отдельных слоев и их характеристик в соответствии со специально оговоренными признаками. Суммарное термическое сопротивление групп равняется термическому сопротивлению ограждения, с учетом перехода тепла на наружных поверхностях. Например, при рассмотрении многослойного ограждения, состоящего только из 'замкнутых' слоев, общее число слоев разделяется на две группы, формируемые по близости (зависимо от расстояния) к одной из поверхностей ограждения ($R_{нар}$) наружные и ($R_{внутр}$) внутренние. Правила разделения слоев на группы можно уточнить для различных критериев:

$$R = \sum(\delta_x/\lambda_x)_{нар} + \sum(\delta_x/\lambda_x)_{внутр} + R_v + R_n = R_{нар} + R_{внутр} + R_n + R_v, \dots \dots (2)$$

Конструктивно каждый 'подвижный' слой должен обязательно зажиматься между двумя 'замкнутыми' (или их группами), во избежание растекания 'подвижной' среды. Группы 'замкнутых' и 'подвижные' слои должны чередоваться. Обязательность выполнения этого условия регламентирует необходимость пересмотра и уточнения расчетной схемы. При этом число блоков не ограничено, а их минимальное количество в ограждающей конструкции (два 'замкнутых' и один 'подвижный' между ними) – три.

Термины – 'подвижный' слой или 'подвижная' среда в тексте данной публикации взяты в кавычки преднамеренно. Вид, описание, формулировку их следует закрепить законодательно в ожидаемом нормативном документе или уточнении к существующему [1], на что имеют право ответственные и аттестованные специалисты.

Задача, несущая в себе наибольшую новизну при модернизации расчетно-графической схемы – это определение взаимодействия подаваемого в перемещающейся среде теплового потока ('подвижной' составляющей) с пересекающей этот же слой 'замкнутой' составляющей, узаконенной ДБН [1]. Наиболее известным принципом оценки взаимодействия пересекающихся тепловых потоков представляется суперпозиционирование. Но все рассматриваемые пересекающиеся составляющие разделены априорно, соответственно нововведениям. Имеющиеся теоретические предпосылки [5-8], следует иллюстрировать для продолжения и более качественного анализа и разработки рекомендаций, соответственно цели, поставленной перед данной публикацией.

Принцип суперпозиционирования не обязывает иллюстрировать изменение температур в каждой точке взаимодействующих составляющих. На

первом этапе описания достаточно ограничиться определением температур в точках касания слоев.

Переход тепла на поверхностях 'подвижной' составляющей 'подвижного' слоя (δ_n) не рассчитывают т.к. предусмотрено, что вся поступившая энергия передается 'замкнутой', для которой эти потери определены нормой, учитывающей переход тепла на поверхностях разово для всей многослойной конструкции. Поступление компенсирующей энергии стимулирует снижение потерь ограждением на величину ($Q_{п,дж}$), а температурный перепад уменьшится на величину теплового напора ($\Delta T_{пп}$) [5]:

$$\Delta T_{пп} = Q_{п} / (C_v \times L \times t_{сек}) = N_{п} / (C_v \times L), \dots (3)$$

Зная количество энергии, расходуемой внешними источниками на повышение ($Q_{п}$) или компенсирующую мощность подаваемого потока ($N_{п}$), можно показать на схеме величину температурного перепада, компенсируемого температурным напором ($\Delta T_{пп}$). Отличия в изменениях температуры в ограждающей конструкции происходят в 'подвижном' слое, не предусмотренном ДБН ранее.

IV. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПЕРЕСЕКАЮЩИХСЯ ПОТОКОВ В 'ПОДВИЖНОМ' СЛОЕ

Сравнительно с существующей нормой, предложенные дополнения предусматривают пересечение и смешивание составляющих теплового потока в 'подвижном' слое. Имеющаяся научно-теоретическая база делает целесообразным осуществить это на примере изменения температур в ограждении.

Схема изменения температуры в потоке ограждения с 'подвижным' слоем

На приведенной схеме:

а) кроме шкалы температур, тонкими сплошными вертикальными и горизонтальными линиями и точками их пересечения (0,25пт), представлены границы изменений температурных режимов процессов в ограждении, объясняемые межслойным переходом тепловых потоков и их составляющих (t_1 - t_n ; Δt_{xx} ; $\Delta T_{пп} \dots$), являющиеся функциями термических сопротивлений слоев и групп, а также показаны данные о поперечных размерах слоев (δ_n - подвижный, м) и групп (δ_n - наружная и δ_v - внутренняя, м), составляющих конструкцию ограждения (δ , м);

б) штрихпунктирной вертикальной линией (0,5пт) показано расположение оси поперечного сечения 'подвижного' слоя;

в) сплошными вертикальными и горизонтальными линиями средней толщины (2,25пт и 1,5пт) иллюстрируют расположение конструктивных элементов ограждения (блоков и слоя);

г) сплошная ломанная линия наибольшей толщины (4,5пт) показывает изменения значений температуры на пути движения теплового потока от внутренней поверхности ограждения к наружной.

Точно указать в каком месте 'подвижного' слоя и при какой температуре произойдет взаимодействие его составляющих сложно, так как процессы осуществляются непрерывно во всем его объеме. Исходные данные и результат смешивания 'замкнутой' и 'подвижной' составляющих, пересекающихся в этом слое, могут быть определены экспериментально и рассчитаны с использованием известных теоретических предпосылок. Видимо, самый экономичный, с точки зрения минимизации потерь энергии в 'подвижном' слое и всем ограждении для заданного температурного перепада, вариант компенсации недостающего термического сопротивления соответствует полному переходу энергии от 'подвижной' составляющей к 'замкнутой'. На графике изменения температур, потери, компенсируемые подачей энергии от внешних источников, изображаются скачком температурного напора (ΔT_{nn}), показанным вертикальным отрезком прямой вдоль оси 'подвижного' слоя, не влияющим на конструкцию ограждения, но уменьшающим долю температурного перепада, формирующегося конструктивно 'замкнутой' составляющей. Норматив обеспечения этого эффекта должен рассматриваться отдельно в дополнении ДБН.

V. ВЫВОДЫ

1. Базовая для определения теплотехнических характеристик ограждающих конструкций методика расчета потерь энергии не использует потенциала дополнительных поступлений в период эксплуатации ограждений, стимулируя отставание от известных зарубежных аналогов средств уменьшения затрат на регулирование их температурного режима.

2. Подача дополнительной энергии в период эксплуатации в конструкцию может компенсировать часть потерь, необходимых для обеспечения требований норм.

3. Привлечение к участию в процессе дополнительной энергии требует изменения конструктивных решений, расчетной схемы и описания процесса перехода тепловых потоков через конструкцию.

4. Пересмотр и дополнение графоаналитической схемы описания процесса не нарушают современных требований оппонируемой ДБН, существуют аспекты этого нормативного документа, которые следует поправить с позиций учета не только капитальных затрат, но и возможных поступлений в период эксплуатации сооружения.

5. Основные принципы и следствия из них, использование которых расширяет потенциал мно-

гослойных оград, требуют пересмотра существующих норм или создания специальных нормативных дополнений к ним.

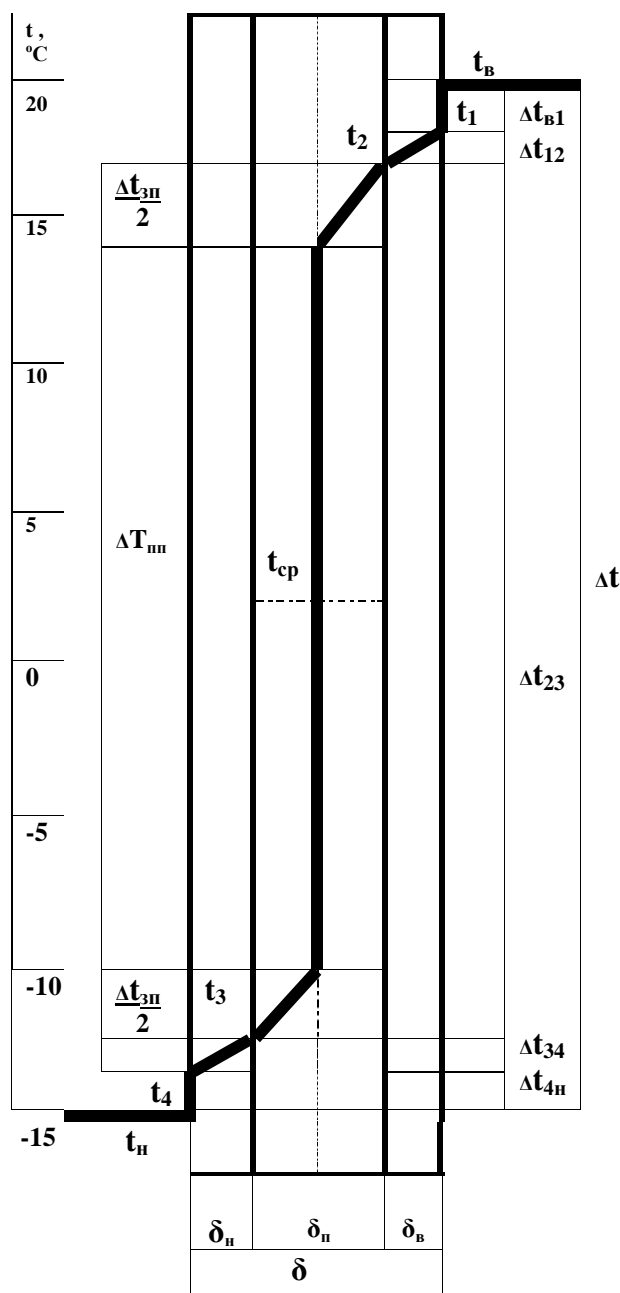


Рисунок 1 – Схема изменения температуры в потоке ограждения с 'подвижным' слоем

ЛИТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.6-31:2006 Тепловая изоляция зданий и сооружений. – Киев: МИНСтрой Украины, 2006г., – 65 с.
2. Прусенков Н.А. Капитальные и эксплуатационные затраты ограждений. – Одесса: ОГАСА, Вестник ОГАСА, вып. №45, 2012 г., с. 199-202.

3. **Тихомиров К.В.** Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция. - М: Стройиздат, 1981г, 270ст.
4. **Николаев С.В., Граник Ю.Г.** и др. Рекомендации по проектированию навесных фасадных систем с вентилируемым воздушным зазором для строительства и реконструкции зданий. -М: Москомархитектура, 2002, 104 с., с ил.
5. **Прусенков Н.А.** Регулирование теплотехнических параметров ограждений подаваем. тепловым потоком. - Одесса: ОГАСА, Вестник ОГАСА, вып. № 43, 2011г., с. 237-240.
6. **Прусенков Н.А.** Компенсация потерь тепла в 'подвижном' слое ограждений. - Одесса: ОДАХ, Холодильная техника и технология, 2012 г., №1 (135), с. 46-48.
7. **Прусенков Н.А.** Дополнительные свойства потоков для снижения потерь ограждениями. - Одесса: ОДАХ, Холодильная техника и технология, 2012 г., №3 (137), с. 40-42.
8. **Прусенков Н.А.** Уменьшение потери тепловым потоком ограждения подачей подвижной составляющей. - Одесса: Холодильная техника и технология, 2012 г., №6 (140), с. 42-45.

Получена в редакции 16.12.2012, принята к печати 19.12.2012