

УДК 699.86

Г.И. ГРИНФЕЛЬД, инженер, член Координационного совета
НП «ПО ПСМИ» (Санкт-Петербург)

Диалектика нормативных требований к сопротивлению теплопередаче ограждающих конструкций*

Представлена последовательная смена декларируемых целей тепловой защиты, проходившая дважды за последние сорок лет. Выявлена зависимость требований к отдельным элементам теплозащитной оболочки от целей тепловой защиты. Сделан вывод о возможности возврата к нормированию сопротивлений теплопередаче отдельных элементов ограждающей оболочки по расчетным температурам наиболее холодных суток (пятидневок), температурному перепаду и недопустимости образования конденсата на внутренней поверхности ограждений (санитарно-гигиенический показатель).

Ключевые слова: тепловая защита зданий, сопротивление теплопередаче, расход энергии на отопление, энергосбережение, энергоэффективность.

Проектирование конструкций, в первую очередь несущих, с момента возникновения понятия «проектирование» проводилось в русле единой методологической парадигмы; целью проектирования являлось и является создание конструкции, воспринимающей расчетные нагрузки и воздействия при сохранении формы и целостности в течение заданного срока службы при минимальных затратах на ее устройство. Парадигма – разумная достаточность сопротивляемости воздействиям не менялась на протяжении всей истории проектирования.

Теплозащитная оболочка здания – смена парадигм нормирования

Нормирование теплозащитных свойств ограждающих конструкций переживает вторую смену методологической парадигмы за полвека.

Нормирование теплозащитных свойств ограждающих конструкций было формализовано на научной основе в 1920-х гг. Задача – **минимизация затрат на строительство при обеспечении комфортности пребывания в помещении** применительно к сопротивлению теплопередаче непрозрачных ограждающих конструкций получила решение, состоящее из двух требований: а) отсутствие конденсата на внутренних поверхностях ограждений в зоне теплопроводных включений; б) температурный перепад между расчетной температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждения не более нормируемой величины. Для стен жилых зданий эта величина составляла $\Delta t^h = 6^\circ\text{C}$ (табл. 8 и п. 14 СНиП II-B.3-58 «Строительная теплотехника»).

Первая смена парадигмы нормирования теплозащитных свойств проходила в два этапа и в свое время не была осознана современниками как таковая. В СНиП II-A.7-71 был введен раздел 6 «Сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций из экономических условий». Раздел нормировал экономическую обоснованность повышения теплозащитных свойств ограждающих конструкций сверх требова-

ний обеспечения комфортности. Расчет велся при нормативном сроке окупаемости мероприятий, увеличивающих капиталоемкость строительства. В СНиП II-3-79 нормируемой характеристикой стало приведенное сопротивление теплопередаче как величина, характеризующая теплопотери через ограждение, а не параметры микроклимата. Таким образом, к 1979 г. целью теплотехнического проектирования стала **минимизация затрат на возведение и эксплуатацию зданий при обеспечении комфорта пребывания** в них. Минимизация суммарных затрат достигалась через нормирование капитальности (долговечности) и окупаемости.

Вторая смена парадигмы нормирования происходит в настоящее время (табл. 1). Первый ее этап (изменения №№ 3 и 4 к СНиП II-3-79) был осуществлен с методологической ошибкой, в результате чего целевым требованием стало сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, хотя постулируемой целью являлось энергосбережение.

Второй этап (ввод в действие СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий») лишь частично исправил ошибки первого введением нормирования **удельного расхода энергии на отопление**, сохранив возможность ограничивать теплотехническое проектирование выполнением требований к отдельным элементам оболочки здания [1]. Завершающий этап перехода на новую парадигму нормирования будет реализован актуализацией СНиП 23-02 «Тепловая защита зданий» путем отмены возможности поэлементного проектирования тепловой защиты, позволявшего не учитывать фактические удельные теплопотери.

Целью тепловой защиты с 1995 г. постулирована **минимизация расхода энергии на отопление зданий** или, что более верно, на поддержание требуемых параметров микроклимата при обеспечении комфорта пребывания в них. Целевой показатель – табличные значения **удельного расхода энергии на отопление** в зависимости от размеров здания и вне зависимости от длительности и интенсивности отопительного периода. Нормируемые значения **удельного рас-**

* В свете обсуждения актуализированной редакции СНиП 23-02 «Тепловая защита зданий».

Таблица 1

Нормируемые теплотехнические показатели ограждающих конструкций в зависимости от текущей методологической парадигмы нормирования тепловой защиты				
Период	Цель, достигаемая в рамках текущей парадигмы	Задача проектирования тепловой защиты	Нормируемые параметры	Расчетные параметры региона строительства
1929–1979	Минимизация затрат на возведение зданий	Комфортность пребывания в помещении	Сопротивление теплопередаче (температурный перепад Δt^* ; отсутствие конденсата на внутренних поверхностях $t_b > t_p$)	Расчетная температура t^* (наиболее холодных суток или наиболее холодной пятидневки в зависимости от тепловой инерции)
1979–1995	Минимизация затрат на возведение и эксплуатацию зданий	Комфортность пребывания в помещении и экономическая целесообразность теплозащитных мероприятий	Приведенное сопротивление теплопередаче ($\Delta t^*, t_b > t_p$); экономически целесообразное приведенное сопротивление теплопередаче $R_0^{\text{ экон}}$)	Расчетная температура t^* (наиболее холодных суток или наиболее холодной пятидневки в зависимости от тепловой инерции)
1995–2003	Увеличение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций	Выполнение табличных требований к сопротивлению теплопередаче ограждающих конструкций	Табличные требования к сопротивлению теплопередаче ограждающих конструкций	Длительность и интенсивность отопительного периода (ГСОП)
2003 – наст. вр.	Минимизация расхода энергии на отопление	Экономия энергии на отопление	Удельная теплозащитная характеристика здания, $t_b > t_p, \Delta t^*$	Длительность и интенсивность отопительного периода (ГСОП)

хода энергии назначены по принципу «от достигнутого» к 2000 г. Их обоснованность, как и разумность самой парадигмы, находится за рамками данной статьи.

При существующем целеполагании (минимизация удельных теплопотерь) основной расчетной величиной становится не температура внутренней поверхности ограждающей конструкции и не окупаемость мероприятий по снижению расходов на компенсацию теплопотерь, а удельная теплозащитная характеристика здания (приведенная к единице объема интенсивность теплопотерь при разнице температуры в 1°C).

При решении задачи минимизации теплопотерь утрачивают смысл нормативные требования к сопротивлению теплопередаче отдельных элементов ограждающей оболочки. Например, если с введением понятия экономически целесообразного сопротивления теплопередаче в 1970-х гг. физический смысл обрело приведенное сопротивление теплопередаче оцениваемой конструкции, то с введением понятия удельного расхода тепловой энергии на отопление физический смысл обрело понятие приведенного сопротивления теплопередаче всей теплозащитной оболочки здания. При этом значения сопротивления теплопередаче отдельных конструкций стали промежуточными и вспомогательными величинами, а не нормируемыми для достижения цели параметрами (табл. 2).

Теплозащитная оболочка здания – условность членения на элементы

Традиционно здание рассматривается как совокупность отдельных элементов – стен, кровель, перекрытий и покрытий. Строительная теплотехника оперирует и уточненными понятиями: перекрытие над проездом, перекрытие над приветваемым подпольем и др. Такое членение логично, понятно и не требует специальных дефиниций. С введением понятия «приведенное сопротивление теплопередаче» пришлось вводить уточняющие определения элементов, подлежащих расчету. Например, «наружных стен... с учетом откосов проемов без учета их заполнений».

После введения нормирования тепловой защиты по удельному показателю расхода тепловой энергии на отопление здания исчезает потребность в членении оболочки здания на элементы вообще, поскольку целью расчета является определение суммарных теплопотерь через оболочку. При этом вклад отдельных элементов [2] оболочки в общую структуру теплопотерь не имеет принципиального значения и не является предметом нормирования. При таком подходе к теплозащитной оболочке здания к нормируемым параметрам отдельных элементов оболочки может быть возвра-

щена функция, возложенная на них изначально, – проверка соответствия условиям комфорта пребывания в здании через нормируемый температурный перепад и отсутствие конденсации на внутренней поверхности ограждения.

Конструктивные требования

Традиционно требования, предъявляемые к различным элементам и характеристикам конструкций без расчетов, обозначаются термином «конструктивные». Вопрос назначения таких требований имеет удовлетворительное мотивированное решение в нормах проектирования применительно к бетонным и железобетонным конструкциям (СП 63.13330.2011, раздел 10).

Целью конструктивных ограничений являются безопасность и технологичность: минимальные сечения назначаются исходя из соображений технологической исполнимости проектных решений и граничных условий принятых расчетных положений. Например, минимальная конструктивная толщина железобетонной балки учитывает необходимые защитные слои, размер заполнителя и возможность уплотнения бетонной смеси. Поэтому конструктивные требования к элементам заводской готовности и к монолитным конструкциям различаются.

С 2003 г. конструктивными становятся также требования к приведенному сопротивлению теплопередаче отдельных элементов теплозащитной оболочки здания. До введения в норматив методики расчета удельного расхода энергии на отопление все проектирование тепловой защиты сводилось к назначению приведенных сопротивлений теплопередаче в зависимости от градусо-суток отопительного периода (ГСОП) региона строительства. Назначенные на основании простого арифметического расчета значения сопротивлений теплопередаче и были целевыми показателями тепловой защиты.

Введение с 2003 г. нормирования удельного расхода тепловой энергии на отопление сделало требования к сопротивлению теплопередаче ограждающих конструкций второстепенными, а их нормирование по ГСОП приобрело характер конструктивных требований. Это дало возможность авторам СНиП 23-02-2003 ввести в него понижающие коэффициенты для величин сопротивления теплопередаче (формулы 8 и 9).

Полный переход на нормирование тепловой защиты по величине удельных теплопотерь окончательно закрепляет за требованиями к сопротивлению теплопередаче отдельных элементов ограждающих конструкций формат конструктивности (при выборе по ГСОП региона строительства). Они не являются целевыми показателями. Целевой показатель один

Таблица 2

Основные нормируемые характеристики оболочки здания в зависимости от задачи нормирования

Период	Задача нормирования	Основная нормируемая характеристика
1929–1979	Обеспечение комфорта	Сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций
1979–1995	Минимизация суммарных затрат на возведение и эксплуатацию	Приведенное сопротивление теплопередаче фрагментов оболочки здания
2003 – наст. вр.	Снижение расхода энергии на отопление	Удельная теплозащитная характеристика здания

– удельный расход энергии на поддержание заданных параметров микроклимата. Целевое требование к теплозащитной оболочке здания – удельная теплозащитная характеристика.

Актуальная полемика

В связи с изложенным возникает вопрос: какие требования следует предъявлять к отдельным элементам теплозащитной оболочки здания?

Очевидны два варианта ответа.

1. Возвращая физический смысл требованиям к ограждающим конструкциям, вернуть проверку выполнения санитарно-гигиенических условий (санитарно-гигиенический показатель тепловой защиты по СНиП 23-02).
2. Сохраняя преемственность с редакцией СНиП 23-02-2003 оставить нормирование приведенного сопротивления теплопередаче отдельных элементов ограждающих конструкций по табл. 4 с учетом формул 8 и 9 (по ГСОП).

Авторы актуализируемой редакции СНиП, ссылаясь на требования технического задания на разработку, пошли вторым путем – сохранили преемственность [3]. В актуализированной редакции СНиП 23-02 были сохранены минимальные требования к сопротивлению теплопередаче ограждающих конструкций, назначаемые по ГСОП региона строительства и на 40–60% превышающие требования, предъявляемые санитарно-гигиеническими показателями.

Однако выбор авторами актуализированного СНиП «Тепловая защита зданий» более жесткого варианта нормирования сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций встретил острую критику со стороны сторонников повышения требований к теплозащитной оболочке здания.

Критики актуализированной редакции СНиП «Тепловая защита зданий», которая активно обсуждается профессиональным сообществом с лета 2011 г., облекают свои претензии в весьма острые, часто политизированные формулировки, утверждая, что «вопреки требованиям руководства страны, в... проекте редакции СНиП не содержится повышения энергетической эффективности, а наоборот, предложено снизить теплозащиту зданий, в том числе по стенам, на 35 процентов...» [4]. Позиция авторов критики становится объяснимой при следующих предположениях: а) некомпетентность критиков не позволяет увидеть, что удельный расход энергии на отопление впервые жестко нормируется и фиксируется на существующем уровне; б) непорядочность позволяет использовать в аргументации заведомую ложь с конкретной целью – включение в актуализируемый СНиП требований, ведущих к повышению нормируемых сопротивлений теплопередаче ограждающих конструкций (аналогичных введенным Постановлением Правительства г. Москвы № 900-ПП или содержащихся в отклоненном Министром приказе № 224 Минрегионразвития РФ). Такие требования не могут быть признаны разумными, поскольку лишают проектировщиков последних элементов свободы при оптимизации теплозащитных мероприятий, предписывая выполнять требования, не дающие эффекта снижения энергопотребления [5].

На мой взгляд – взгляд специалиста, являющегося пользователем СНиП «Тепловая защита зданий», сохранение требований к сопротивлению теплопередаче отдельных элементов ограждающих конструкций, увязанных с градусо-сутками отопительного периода, неверно. Сохранение таких требований порождает у потребителя – и инженера-проектировщика, и интересующегося строительством обывателя иллюзию обоснованности их назначения для выполнения требований тепловой защиты.

Предложения

Поскольку предложенный к утверждению актуализированный проект СНиП «Тепловая защита зданий» впервые четко нормирует удельные теплопотери и устраняет основные противоречия предыдущей редакции, считаю целесообразным его принятие в существующем виде.

При дальнейшем совершенствовании нормативного документа по тепловой защите зданий целесообразно:

1. С целью повышения ответственности исполнителей раздела «Энергоэффективность» и перевода обывательских рассуждений о тепловой защите на новый уровень, позволяющий видеть теплозащитную оболочку в ее совокупности, требования к сопротивлению теплопередаче ограждающих конструкций не привязывать к градусо-суткам отопительного периода, вернув их нормирование по санитарно-гигиеническим условиям. Такое нормирование позволит использовать актуализируемый СНиП также и для теплотехнического расчета зданий, отапливаемых периодически (баз отдыха, гостевых домов и т. п.).
2. Замену нормирования сопротивлений теплопередаче отдельных элементов ограждающих конструкций на нормирование удельной теплозащитной характеристики здания сделать явной.

Список литературы

1. Переображенцев А.Г. О необходимости корректировки СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» // Жилищное строительство. 2009. № 11. С. 2–6.
2. Гагарин В.Г., Козлов В.В. Теоретические предпосылки расчета приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций // Строительные материалы. 2010. № 12. С. 4–12.
3. Гагарин В.Г., Козлов В.В. Требования к теплозащите и энергетической эффективности в проекте актуализированного СНиП «Тепловая защита зданий» // Жилищное строительство. 2011. № 8. С. 2–6.
4. Дискуссионный вопрос: каким быть СНиПу по тепловой защите зданий? (Интервью вице-президента АВОК В. Ливчака) // Строительная газета. 2011. № 40. С. 5.
5. Езерский В.А., Монастырев П.В., Клычников Р.Ю. Влияние параметров тепловой защиты здания на удельный расход тепловой энергии // Жилищное строительство. 2010. № 1. С. 43–45.