

## **ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО И РАЗВИТИЕ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ В ОБЛАСТИ СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕПЛОТЕХНИКИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

Данилевский Л.Н., Терехова И.А., Коризна И.А.

Государственное предприятие «Институт жилища – НИПТИС им. Атаева С.С.»  
г. Минск, Республика Беларусь

**АНОТАЦІЯ:** У статті розглянуто процес розвитку національних норм в галузі будівельної теплотехніки, висвітлені питання методик останніх розробок.

**АННОТАЦИЯ:** В статье рассмотрен процесс развития национальных норм в области строительной теплотехники, освещены вопросы методик последних разработок.

**ABSTRACT:** This article presents the development of national standards for thermal protection of buildings, the latest developments concerning method.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** Сопротивления теплопередаче, тепловая защита, теплопотери.

Разработанные на основе СНиП II-3-79 [1], нормы Республики Беларусь в области строительной теплотехники СНБ 2.04.01-93 [2], создали условия для проектирования и строительства зданий с более высоким, чем у зданий предыдущих поколений, уровнем тепловой защиты. Согласно СНБ 2.04.01-93 [2] нормативное значение сопротивления теплопередаче выбиралось из условий экономической целесообразности, минимального и табличного значений. По сравнению с прежними нормами, табличные значения устанавливали более высокие значения к ограждающим конструкциям. Например, для жилых и общественных зданий нормативные значения сопротивления теплопередаче для наружных стен в зависимости от типа конструкции и вида объекта (новое строительство или ремонт) были увеличены в 2,4-3 раза ( $2,0 \dots 2,5 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ ), по перекрытиям - в 3 раза ( $3,0 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ ), окон - в 1,5 раза ( $0,6 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ ).

На этом уровне нормы оставались неизменными до 2009 г при смене двух документов в области строительной теплотехники - СНБ 2.04.01-97 [3], затем ТКП 45-2.04-43-2006 [4]. В перечисленных документах была введена рекомендуемая величина удельной тепловой характеристики здания  $q_{зд}$ ,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ , характеризующая теплопотери ограждающих конструкций здания при перепаде температуры  $1^\circ \text{C}$ , приходящиеся на  $1 \text{ м}^2$  отапливаемой площади. В 2004 г. было разработано пособие к СНБ 2.04-97 [5], в котором, помимо примеров расчета по основным разделам СНБ 2.04-97, появилась методика установления коэффициента теплопроводности материала многослойной ограждающей конструкции по влажностному режиму его эксплуатации в конструкции, которая впоследствии стала обязательной.

В 2009 г. в Республике Беларусь была утверждена Комплексная программа по проектированию, строительству и реконструкции энергоэффективных жилых домов. Одним из мероприятий по реализации этой программы стало повышение норм сопротивления теплопередаче для ограждающих конструкций новых, модернизируемых и реконструируемых жилых и общественных зданий. Нормативные значения сопротивления теплопередаче были повышены и составили: для наружных стен указанных зданий независимо от их конструкции  $3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , чердачных перекрытий и покрытий –  $6 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , окон –  $1,0 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , перекрытий над неотапливаемыми подвалами и техническими подпольями –  $2,5 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ .

В области тепловой защиты зданий в Республике Беларусь за последние 4 года были разработаны ТКП 2.04-196-2010 [6], в которых установлены удельные нормативные расходы тепловой энергии на отопление жилых и общественных зданий и правила их расчета, ТКП 45-3.02-113-2009 [7], ТКП 45-3.02-114-2009 [8], посвященные проектированию и устройству тепловой изоляции зданий. В дополнение к действующим национальным стандартам в области теплоизоляции разработаны 8 национальных стандартов по контролю качества и методам испытания фасадных систем. В области теплоизоляционных материалов, систем теплоизоляции и методов их испытания принято около 30 европейских стандартов.

Вместе с тем, последнее повышение норм в области сопротивления теплопередаче вызвало ряд проблем. Одна из них связана с фиксированным нормативным значением сопротивления теплопередаче для перекрытий между техническими и эксплуатируемыми этажами и производством изделий КЖД из-за невозможности обеспечить нормативное сопротивление теплопередаче цокольных и чердачных перекрытий при существующем парке форм. Пересмотр норм для цокольных перекрытий был вызван также необходимостью обеспечения положительной температуры в технических подпольях.

Другая необходимость изменения норм связана с проблемами эксплуатации современных ограждающих конструкций с эффективным утеплителем, многокомпонентных по применяемым элементам, проблемами «сырых углов», промерзаний и т.д. Для устранения этих проблем в нашем институте были разработаны два изменения ТКП 45-2.04-43-2006 (№ 4 и № 5).

В результате Изменением № 4 для перекрытий между эксплуатируемыми и техническими этажами вместо нормируемого сопротивления теплопередаче (ранее установленное значение  $2,5 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ ), нормируется тепловой поток из эксплуатируемых этажей посредством установления нормативного значения перепада температуры воздуха эксплуатируемых помещений (соответственно 1-го и последнего этажа) и температуры поверхности пола и потолка соответственно величиной  $0,8 \text{ °C}$ . При этом температура воздуха в техническом этаже должна подтверждаться расчетом и быть не ниже установленного значения. На внутренних поверхностях ограждений техэтажей должна отсутствовать зона выпадения конденсат.

Методика основана на известных принципах расчета теплового баланса неотапливаемых технических этажей. Отличия разработанного изменения состоят в том, что при расчете теплового баланса допускается снижать кратность воздухообмена до  $0,3 \text{ 1/ч}$  при строительстве на радонобезопасных территориях. При расчете поступлений от транзитных коммуникаций учтены теплопоступления от стояков канализации. Правомочность таких допущений обоснована обработкой экспериментально полученных значений температуры воздуха и поверхности трубопроводов инженерных коммуникаций в технических этажах многоквартирных жилых зданий в течение нескольких месяцев отопительного периода. Для зданий с поквартирной установкой отопительных котлов в техническом подполье допускается температура ниже  $2 \text{ °C}$  при условии реализации ме-

роприятий по обеспечению требуемой температуры эксплуатации инженерных систем и предупреждению отрицательных последствий замораживания основания. Такой подход позволяет проектировать внутренние ограждающие конструкции и ограждающие конструкции технических этажей более гибко, с возможностью выбора оптимальных вариантов. Изменение дополнено тремя приложениями с примерами расчетов.

Еще одно Изменение ТКП 45-2.04-43-2006, разработка которого выполняется в нашем институте, связано с методикой определения приведенного сопротивления теплопередаче теплотехнически неоднородных ограждающих конструкций в дополнение к существующей упрощенной методике. Необходимо отметить, что термина «приведенное сопротивление теплопередаче» в нормативных документах по строительной теплотехнике нет с 1993 г, хотя в стандартах на испытания ограждающих конструкций он используется.

На основании анализа существующих методик, а также используя собственный опыт, пришли к решению за основу принять принципы ISO 10211:2007 с адаптацией расчета приведенного сопротивления теплопередаче. Принципы определения приведенного сопротивления теплопередаче основаны на известных фактах влияния на эту величину крупноразмерных элементов (углов, откосов проемов, примыканий смежных конструкций, а также сочетаний этих элементов) и мелкоразмерных элементов (связей, швов, анкерных устройств, кронштейнов и др.). Влияние крупноразмерных элементов оценивают прямым расчетом этих участков с применением программ расчета температурных полей, мелкоразмерных элементов – дополнительным тепловым потоком с предварительным расчетом участков ограждений с элементом и без него. Определение приведенного сопротивления теплопередаче производят на основании суммарного теплового потока через участок.

Преимуществом такого подхода является возможность:

- прямой оценки наличия зоны образования конденсата на внутренней поверхности ограждения;
- учета взаимовлияния элементов;
- более точного определения сопротивления теплопередаче помещений с учетом конфигурации их ограждений;
- удобство использования результатов расчета специалистами ОВ (информация передается в виде таблиц с приведенными в них значениями приведенного сопротивления теплопередаче и площади ограждающих конструкций помещений).

Для корректности применения методики документ был дополнен разделом «Термины и определения», двумя приложениями с необходимым справочным материалом.

При применении этой методики важным является понятие «расчетная площадь ограждающей конструкции», по которой определяют расчетное значение сопротивления теплопередаче, сравнивают затем с нормативным значением, и используют при определении теплопотерь помещений. Контрольным по отношению к нормативному значению принято приведенное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции, соответствующей помещению, комплекса помещений, квартиры, части здания или здания в целом, оборудованных отдельным прибором учета расхода тепловой энергии. Из-за расхождения значений приведенного сопротивления теплопередаче отдельных участков ограждающих конструкций такой подход снимает неопределенность при контроле этой характеристики на стадии проектирования и обследований эксплуатируемых зданий.

Методика содержит правила разбиения конструкций на расчетные участки, допускаемые упрощения, положения расчета участков ограждений, контактирующих с грунтом, перекрытий первого и последнего этажей, правила оформления результатов.

Для создания одинаковых условий проектирования ограждений с применением различных методов, разработанная методика дополнена положением о возможности снижения нормативного значения на 25 % при условии достижения зданием удельного потребления тепловой энергии на отопление и вентиляцию.

Сравнительный анализ результатов расчетов приведенного сопротивления теплопередаче, полученных на основании разработанной методики, и упрощенного метода, показал, что отличие значений на примере наружных стен здания составляет 23...35 %, стен помещений 29...46%.

Адекватность предлагаемой методики подтверждена сравнением расчетных и экспериментальных данных, полученных в результате испытания элементов наружных стен из сборных железобетонных конструкций в лабораторных условиях. Среднеквадратичное отклонение измеренных и расчетных значений температуры контрольных точек поверхности составило от 0,41 до 0,53° С, что свидетельствует о хорошей сходимости экспериментальных и расчетных результатов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Строительная теплотехника: СНиП II-3-79. - М.: Стройиздат, 1978. - 31 с.
2. Строительная теплотехника: СНБ 2.04.01-93. - Минск: Минстройархитектуры Республики Беларусь, 1993. – 32 с.
3. Строительная теплотехника: СНБ 2.04.01-97. - Минск: Минстройархитектуры Республики Беларусь, 1998. – 32 с.
4. Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-2.04-43-2006. - Минск: Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2007 – 32 с.
5. Теплотехнический расчет ограждающих конструкций зданий: П1-04 к СНБ 2.04.01-97. – Минск: Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2004. – 32 с.
6. Тепловая защита зданий. Теплоэнергетические характеристики. Правила определения: ТКП 2.04-196-2010. - Минск: Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2010. – 23 с.
7. Тепловая изоляция наружных ограждающих конструкций зданий и сооружений. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-3.02-113-2009. - Минск: Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2009. – 40 с.
8. Тепловая изоляция наружных ограждающих конструкций зданий и сооружений. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-3.02-114-2009. - Минск: Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2009. – 17 с.

Статья поступила в редакцию 18.03.2013 г.