Сопоставление норм тепловой защиты и энергетической эффективности зданий в Республике Беларусь, России и странах Северной Европы

В. И. Ливчак, член президиума НП «АВОК»

В советское время как в Белорусской республике, так и в СССР сопротивление теплопередаче наружных ограждений здания устанавливалось в соответствии со СНиП II-3-79 «Строительная теплотехника», исходя из удовлетворения санитарно-гигиенических условий и предотвращения конденсации на внутренней поверхности несветопрозрачного ограждения. При этом нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции назначался в размере $\Delta t^{н}$ = 6 °С для наружных стен и чердачных перекрытий жилых домов, $\Delta t^{н}$ = 4 °С для покрытий и $\Delta t^{н}$ = 2 °С для перекрытий над проездами, подвалами и подпольями. Были попытки нахождения экономически целесообразного сопротивления теплопередаче на основе выбора толщины теплоизоляционного слоя, но они не увенчались успехом. Энергосбережению тогда не уделялось должного внимания.*

Повышение тепловой защиты зданий после распада СССР

Обретя независимость и сменив экономический уклад, обе страны обратились к мировому опыту экономии энергии, что нашло свое отражение в изменении действовавшего стандарта в Республике Беларусь в 1993 году на СНБ 2.01.01-93, а в 1997 году на СНБ 2.04.01-97 и введении увеличенных значений сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций. Россия с некоторым отставанием, но также провела двухэтапное с 1995 года и 2000 года такое же увеличение в соответствии с изменениями № 3 к СНиП II-3-79, введенными в действие с 1 сентября 1995 года постановлением Минстроя России от 11.08.95 г. № 18-81. О конечной величине этих изменений в прошлом веке и дополнительном ужесточении норм в Республике Беларусь в 2007 году* для климатических условий России при величине 4000 градусо-суток отопительного периода, близких к условиям Республики Беларусь, можно судить по табл. 1.

* В соответствии с ТКП 45-2.04-43-2006, утвержденным приказом Министерства архитектуры и строительства РБ от 29 декабря 2006 г. № 374, с последними изменениями № 4, введенными в действие с 01.04.2013 г.

Таблица 1. Нормируемые значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций жилых зданий, $R_o^{норм}$, м$^2 \cdot$ °С/Вт

	Россия, с 2000 г. — наст. время	Республика Беларусь	
		1997–2009 гг.	с 01.07.2009 г. — наст. время
А. Новое строительство			
1) наружные стены крупнопанельные, каркасно-панельные, объемно-блочные	2,8	2,5	3,2
2) наружные стены из монолитного железобетона	2,8	2,2	3,2
3) наружные стены из штучных материалов (кирпич, шлако-, керамзитобетонные блоки)	2,8	2,0	3,2
4) совмещенные покрытия, перекрытия над проездами	4,2	3,0	6,0
5) чердачные перекрытия (кроме «теплых»	3,7	3,0	6,0

чердаков)			
6) заполнение световых проемов *действует с 1 января 2012 г. по измен. № 2	0,45	0,6	1,0*
Б. Реконструкция и ремонт (1997–2007 гг.)			
Ограждающие конструкции зданий, построенных после 1993 г.: - для стен - остальные ограждения		2,0 как для нового строительства	
Ограждающие конструкции зданий, построенных до 1993 г.		не менее требуемого по ф-ле (5.2)	
В. Реконструкция и модернизация (2007 г. — наст. время)			
Наружные стены		-	2,0
Остальные ограждения		-	как для нового стр-ва с 1997 г.
Г. Капитальный ремонт и реставрация (2007 г. — наст. время)			
Ограждающие конструкции зданий, построенных после 1993 г.		-	как для нового стр-ва с 1997 г.
Ограждающие конструкции зданий, построенных до 1993 г.: - для окон - остальные ограждения		не менее требуемого по ф-ле (5.2)	0,6 не менее требуемого по ф-ле (5.2)

Примечание. 1. По нормам Республики Беларусь нормируемое сопротивление теплопередаче наружных ограждений одинаково для жилых и общественных зданий. По нормам Российской Федерации нормируемое сопротивление теплопередаче наружных ограждений общественных зданий на 15–25% ниже, чем для жилых.

2. В Республике Беларусь при постановке на капитальный ремонт жилых зданий следует предусматривать тепловую модернизацию заполнений наружных световых проемов, имеющих сопротивление теплопередаче менее установленного нормативного значения для нового строительства, путем полной замены оконных блоков.

3. Формула (5.2) требуемого минимального сопротивления теплопередаче наружных ограждений одинакова в нормах России и Республики Беларусь, но в последних ее показатели остались на уровне нормативов Советского Союза (по $\Delta t^н$ приведенные выше), что, например, для стен в климатических условиях г. Минска составит:

$$R_o^{тр} = n(t_в - t_н^р)/(\Delta t^н \cdot a_в) = 1(18+24)/6 \cdot 8,7 = 0,8\ м^2 \cdot °C/Вт,$$

а в России, где по изменениям № 3 к СНиП II-3-79 было принято нормативное значение для стен $\Delta t^н = 4$ °С, покрытий $\Delta t^н = 3$ °С, перекрытий $\Delta t^н = 2$ °С и по СНиП 23-02-2003 расчетная температура внутреннего воздуха в жилых помещениях принята $t_в = 20$ °С:

$$R_o^{тр} = 1(20+24)/4 \cdot 8,7 = 1,26\ м^2 \cdot °C/Вт.$$

В отношении требований по сопротивлению теплопередаче наружных ограждений многоквартирных домов при выполнении капитального ремонта зданий, построенных до 1993 года, по нормам Республики Беларусь они остаются практически на уровне советских времен, за исключением того, что с 2009 года обязательно следует переходить на окна с сопротивлением теплопередаче не менее 0,6 $м^2 \cdot °C/Вт$. Но поскольку теперь окна в квартирах не входят в состав общего имущества многоквартирного дома, то это исключение не может реализовываться.

В России последним федеральным документом, регламентирующим требования по сопротивлению теплопередаче наружных ограждений зданий, является СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02–2003», но в нем ничего не говорится о требованиях при проведении капитального ремонта зданий. Поскольку СП 50 является актуализацией СНиП 23-02-2003, а в последнем документе

указано в п. 6.1 и 12.2, что действие норм распространяется и на капитальный ремонт зданий, а в СП 50 нигде не сказано, что его требования не распространяются на капремонт зданий, то отсюда следует, что при проведении капитального ремонта зданий минимальное сопротивление теплопередаче наружных ограждений зданий должно соответствовать нормируемым требованиям табл. 4 СНиП 23-02-2003, которые были взяты из СНиП II-3-79* издания 1998 года и перенесены без изменений в СП 50 в виде табл. 3 базовых значений.

Более того, в Федеральном законе № 261 от 23.11.2009 г. в статье 11, п. 6 говорится: «6. Не допускается ввод в эксплуатацию зданий, строений, сооружений, построенных, реконструированных, прошедших капитальный ремонт и не соответствующих требованиям энергетической эффективности и требованиям оснащенности их приборами учета используемых энергетических ресурсов», что подтверждает сказанное выше, поскольку энергетическая эффективность зданий достигается в том числе повышением теплозащиты оболочки здания, и так принято во всех нормативных документах всего мира.

В отношении требований по сопротивлению теплопередаче наружных ограждений многоквартирных домов нового строительства видим отставание норм России от Республики Беларусь. Сначала в 2000 году Россия приняла более жесткие требования, чем РБ, но в дальнейшем, в 2009 году, по изменению №1 к ТКП 45-2.04-43-2006 Республика Беларусь вышла на более высокий уровень сопротивления теплопередаче наружных ограждений зданий, а Россия до сих пор в этом вопросе «топчется на месте».

Была попытка в 2011 году повысить требования по энергетической эффективности, а соответственно и тепловой защиты зданий, согласно Постановлению Правительства РФ от 25.01.2011 г. № 18, по которому энергоэффективность и сопротивление теплопередаче несветопрозрачных наружных ограждений должны быть повышены с 2011 года на 15% по отношению к базовому, а с 2016 года еще на 15% или в сумме на 30% по отношению к базовому, но конкретные показатели базовых значений и требуемых в зависимости от года строительства так и не сформулированы до настоящего времени.

Достижение повышенной энергоэффективности МКД в Москве

Правда, Москва сработала на опережение и 5 октября 2010 года приняла постановление Правительства Москвы № 900-ППМ «О повышении энергетической эффективности жилых, социальных и общественно-деловых зданий в г. Москве, по которому ставилась задача при проектировании нового строительства, реконструкции и капитального ремонта жилых и общественных зданий снижения с 01.10.2010 г. нормируемого удельного потребления тепловой и электрической энергии на отопление, вентиляцию, кондиционирование, горячее водоснабжении, освещение помещений общедомового назначения и эксплуатацию инженерного оборудования на 25% по сравнению с действующим на 01.07.2010 г. по СНиП 23-02-2003 нормативом и на 40% с 01.01.2016 г. также по отношению к 01.07.2010 г.

Для достижения этих показателей согласно Приложения № 2 к ППМ № 900 предусматривалось в Москве (ГСОП = 4943 °С·сут.) повышение теплозащиты наружных ограждающих конструкций до приведенного сопротивления теплопередаче:

- наружных стен — 3,5 $м^2$·°С/Вт, с 01.01.2016 г. до 4,0 $м^2$·°С/Вт;
- покрытий совмещенных ——5,2 $м^2$·°С/Вт, с 01.01.2016 г. до 6,0 $м^2$·°С/Вт;
- перекрытий чердачных (в холодном чердаке) и цокольных — 4,6 $м^2$·°С/Вт, с 01.01.2016 г. до 5,2 $м^2$·°С/Вт;
- окон, балконных дверей, витражей (за исключением помещений лестнично-лифтовых узлов) — 0,8 $м^2$·°С/Вт, с 01.01.2016 г. до 1,0 $м^2$·°С/Вт; в ЛЛУ — не менее 0,54 $м^2$·°С/Вт, глухой части балконных дверей квартир — не менее 1,5 величины светопрозрачной части.

При проектировании социальных и общественно-деловых зданий предусматривалось с 01.01.2012 г. увеличение приведенного сопротивления теплопередаче наружных стен, покрытий и перекрытий по отношению к минимальному базовому уровню, соответствующему требованиям СНиП 23-02-2003, на 15% и замене окон на энергоэффективные с приведенным сопротивлением теплопередаче не менее 0,8 $м^2 \cdot °С/Вт$. Далее, с 01.01.2016 г., для тех же зданий увеличение приведенного сопротивления теплопередаче наружных стен, покрытий и перекрытий по отношению к минимальному базовому уровню еще на 15% и переход на окна с еще большей энергоэффективностью с сопротивлением теплопередаче не менее 1,0 $м^2 \cdot °С/Вт$.

Приводится сноска, что при капитальном ремонте жилых и общественных зданий мероприятия по повышению теплозащиты выполняются только при наличии технической возможности их реализации без отселения жителей и без реконструкции здания.

Все домостроительные комбинаты строительного комплекса Москвы отчитались о переходе на нормируемые требования в 2010 году. Поэтому, несмотря на то, что со сменой руководства в мэрии постановление ППМ № 900 признано утратившем силу, в утвержденной постановлением нового Правительства Москвы от 03.10.2011 г. № 460-ПП «Государственной программе города Москвы "Градостроительная политика" на 2012–2016 гг.» констатируется, что в результате модернизации производственной базы индустриального домостроения производятся трехслойные панели наружных стен с повышенными теплотехническими показателями — приведенным сопротивлением теплопередаче наружных стен более 3,5 $м^2 \cdot {}^oС/Вт$, а оконных и дверных блоков из ПВХ-профилей с двухкамерными стеклопакетами — более 0,8 $м^2 \cdot {}^oС/Вт$, что по ведомственной программе «Энергосберегающее домостроение» соответствует удельному годовому расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию многоквартирных домов 77 $кВт \cdot ч/м^2$ в год. Это подтверждается нашими расчетами по основным типовым сериям МКД и ряду монолитных домов по индивидуальным проектам, приведенными в табл. 2.

Таблица 2. Результаты расчета показателя тепловой энергоэффективности многоквартирных домов типовых серий массового строительства в г. Москве, модернизированных в соответствии с Постановлением № 900-ППМ от 05.10.10 г.

Серия*	К-во секций, шт.	Набор секций, заселенность 20 $м^2$/человека	К-во квартир, шт.	Площадь квартир, A_h, $м^2$	R_w^r $м^2 \cdot °С/Вт$	R_F^r $м^2 \cdot °С/Вт$	K_m^{tr} $Вт/м^2 \cdot °С$	K_m^{inf} $Вт/м^2 \cdot °С$	q_h^{des} $кВт \cdot ч/м^2$ в год	q^{des} $кВт \cdot ч/м^2$ в год	$K_{m.v}^{tr}$ $Вт/м^3 \cdot °С$	Площадь здания, A_S, $м^2$	A_S/A_h
КТЖС/22Н1	3	1+2+5	252	16 659	3,5	0,95	0,425	0,593	**59,3**	148,6	0,093	22 777	1,37
КТЖС-9-4/22	1	9-4	84	6550	3,5	0,95	0,407	0,553	**59,1**	147,6	0,097	9430	1,44
П3М/17Н1	4	1-2, 1-1, 3-3	256	17 188	3,5	0,95	0,387	0,552	**58,4**	142,1	0,085	23 312	1,36
П3М4-4/17Н1	2	4-4	128	8729	3,5	0,95	0,381	0,528	**59,2**	143,0	0,084	12 360	1,42
И-155/19М	3	1-2, 1-1, 1-3тш	162	10 274	3,58	0,8	0,476	0,563	**61,7**	-	0,114	15 720	1,53
П46М/14Н1	4	2-2, 2-1э, 2-1, 4-3	122	9981	3,5	0,88	0,416	0,532	**72,5**	159,2	0,100	15 526	1,55
П44Т/25Н1	3	1-2, 1-1э, 1-3	288	17 072	3,62	0,9	0,441	0,546	**68,4**	160,3	0,106	27 270	1,54
П44Т/17Н1	4	1-2, 1-1, 1-1э, 4-3	256	15 261	3,7	0,9	0,419	0,525	**63,1**	150,6	0,108	22 430	1,47
П44К/17Н1	4	1-2, 1-1э, 1-1, 1-3тш	256	12 982	3,81	0,9	0,438	0,555	**67,4**	160,0	0,110	19 290	1,49
Д-25Н1, Домкон	1	1 секция, 22 $м^2$/человека	182	9705	3,62	0,9	0,489	0,520	**70,9**	145,2	0,109	16 230	1,67

Примечания: 1. В числителе серии дома — обозначение серии, в знаменателе — цифрами этажность здания, Н1 — 1-й нежилой этаж.

2. R_w^r — приведенное сопротивление теплопередаче наружных стен типового этажа.

3. R_F^r — приведенное сопротивление теплопередаче оконного блока.

4. K_m^{tr} — приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи наружных ограждений здания.

5. K_m^{inf} — условный инфильтрационный коэффициент теплопередачи здания.

6. q_h^{des} — удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период — показатель тепловой энергоэффективности здания (нормируемое по 900-ППМ значение — не более 71 $кВт \cdot ч/ м^2 \cdot год$ + 2%);

7. q^{des} — удельный расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и освещение общедомовых помещений здания за год — показатель энергоэффективности здания (нормируемое по 900-ППМ значение — не более 160 $кВт \cdot ч/ м^2 \cdot год$).

8. $K^{tr}_{m.v}$ — коэффициент теплопередачи наружных ограждений здания, приведенный к $м^3$ отапливаемого объема здания.

Представленные в таблице значения приведенного сопротивления теплопередаче получены по результатам лабораторных испытаний панелей с окном или фрагментов стен в микроклиматической камере, выполненных в НИИМосстрое.

Нормирование тепловой защиты при капитальном ремонте МКД

Указание, что при капитальном ремонте зданий повышение теплозащиты выполняется только при наличии технической возможности их реализации без отселения жителей и без реконструкции здания, означает, что только повышение теплозащиты выше базового уровня 2000 года выполняется при наличии технической возможности. А повышение теплозащиты до уровня 2000 года обязательно согласно действующим на момент принятия перечисленных выше постановлений московским городским строительным нормам «Энергосбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и тепло-водо- электроснабжению» (МГСН 2.01-99), где в п. 1.2 в области применения сказано, что «нормы должны соблюдаться на территории г. Москвы при проектировании новых, реконструируемых, капитально ремонтируемых отапливаемых жилых домов (многоквартирных и одноквартирных) и зданий общественного назначения (дошкольных, общеобразовательных, лечебных учреждений и поликлиник, административных) с нормируемой температурой и относительной влажностью внутреннего воздуха и предназначены для обеспечения эффективного использования энергетических ресурсов и поэтапного повышения уровня тепловой защиты этих зданий...

1.4. Нормы устанавливают обязательные минимальные требования по теплозащите зданий, исходя из требований по снижению их энергопотребления, санитарно-гигиенических требований и требуемых комфортных условий.

3.1.1. Настоящие нормы предназначены для обеспечения основного требования — рационального использования энергетических ресурсов путем выбора соответствующего уровня теплозащиты здания с учетом эффективности систем обеспечения микроклимата, рассматривая здание и его отопительно-вентиляционные системы как единое целое».

Указанные нормы с тех пор не пересматривались и, как разъяснили в юротделе Департамента строительства Правительства г. Москвы, действуют и сейчас.

Потребительский подход при проектировании теплозащиты и обеспечении требований энергетической эффективности зданий

Для достижения сказанного впервые в МГСН 2.01-99 [1] предлагался потребительский подход в выборе теплозащиты зданий, когда нормируется удельный расход теплоты на отопление здания за отопительный период. Сейчас такое нормирование называют «параметрическим». Оно стимулирует проектировщиков не только повышать теплозащиту наружных ограждений здания, но и применять более эффективные системы регулирования подачи теплоты на отопление, энергосберегающие технологии и оптимальные объемно-планировочные решения зданий.

Позднее, в 2003 году, этот подход был перенесен на федеральный уровень в СНиП 23-02-2003. В это время энергетическая эффективность зданий определялась по удельному расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период в кВт·ч/м^2 площади квартир в МКД или полезной площади помещений в общественном здании (МГСН 2.01-99), либо в кДж/(м^2·°С·сут) или [кДж/(м^3·°С·сут)] (СНиП 23-02-2003) — удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания, отнесенный на градусо-сутки отопительного периода и на 1 м^2 отапливаемой площади пола квартир или полезной площади помещений (или на 1 м^3 отапливаемого объема этих помещений при высоте этажа более 3,6 м).

В связи с изложенным в СНиП 23-02-2003 были дополнительно в сравнении с предыдущими нормами СНиП II-3-79* «Строительная теплотехника» включены разделы, посвященные энергетической эффективности жилых и общественных зданий: определению удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за

отопительный период (Приложение Г), нормированию этого расхода на уровне 2003 года для жилых домов одноквартирных отдельно стоящих и блокированных (табл. 8), многоквартирных домов и зданий общественного назначения (табл. 9), а также классификации энергетической эффективности зданий по величине отклонения расчетного (фактического) значения удельного расхода тепловой энергии на отопление здания от нормативного (табл. 3) и форме и содержанию энергетического паспорта проекта здания (Приложение Д).

Включение этих разделов СНиП 23-02-2003, не имеющих отношения непосредственно к строительной теплотехнике зданий, было вынужденным решением, поскольку этот СНиП создавался в одно время с другими специализированными СНиПами и авторы их были не готовы пересматривать концепцию уже сложившихся федеральных документов. Как показала последующая практика при актуализации нормативно-технических документов в Своды правил в 2011–12 гг., Минрегион РФ, курирующий эту программу, не задавался целью упорядочения и исключения противоречий между смежными по тематике документами. Обновленное руководство НИИСтройфизики, которому была поручена актуализация СНиП 23-02-2003 в СП 50.13330.2012, не справилось с задачей актуализации этого СНиП и проигнорировало решение постановления Правительства РФ от 25 января 2011 г. № 18 о повышении энергетической эффективности зданий.

Поэтому, по Постановлению Правительства РФ от 26 декабря 2014 года № 1521 «Об утверждении перечня национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений"», из СП 50 исключен, как обязательный, раздел 10 Требования к расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий, в связи с несоответствием данного документа требованиям Указа Президента РФ от 04 июня 2008 г. № 889, Федерального закона Российской Федерации от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ, Постановлению Правительства Российской Федерации от 25 января 2011 г. № 18, как противоречащий ГОСТ 31427-2010 «Состав показателей энергоэффективности» и изобилующий ошибками.

В Республике Беларусь в отношении энергоэффективности зданий сначала в 2009 году были приняты изменения № 1 к ТКП 45-2.04-43-2006 «Строительная теплотехника», включающие добавление пункта 5.15, требующего «при проектировании наружных ограждающих конструкций вновь строящихся жилых и общественных зданий обеспечения удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию многоэтажных зданий и зданий средней этажности не более 60 кВт·ч/м^2 при естественной вентиляции и не более 40 кВт·ч/м^2 при приточно-вытяжной вентиляции с механическим побуждением и рекуперацией тепла вентиляционных выбросов, малоэтажных зданий и коттеджей соответственно 110 и 90 кВт·ч/м^2.

Отступления ТКП 45-2.04-196-2010 в обеспечении энергоэффективности

Затем был разработан отдельный документ ТКП 45-2.04-196-2010 «Тепловая защита зданий. Теплоэнергетические характеристики», в котором приводится расчет удельного расхода тепловой энергии на отопление жилых и общественных зданий за отопительный период, показатели нормативного удельного расхода тепловой энергии на отопление здания за отопительный период, классификация зданий по уровню энергоэффективности, форма и содержание теплоэнергетического паспорта здания. В основу этого документа легли российские нормы СНиП 23-02-2003, касающиеся энергетической эффективности зданий, вплоть до соблюдения обозначения показателей и написания формул, но были сделаны необоснованные и неприемлемые принципиальные отступления в исходных данных для расчета показателей энергоэффективности.

Во-первых, в СНиП 23-02-2003 в пункте 5.12 и п. 2 Терминов записано, что «удельный расход тепловой энергии на отопление здания относится на 1 м^2 отапливаемой площади квартир или полезной площади помещений здания [или на 1 м^3 их отапливаемого объема]. Это подтверждается в приказе Минстроя России № 399 от 06.06.2016 г., где удельный годовой расход энергетических ресурсов предполагается «на 1 м^2 площади помещений, не отнесенных к общему имуществу» (п. 21 Правил приказа № 399), что правильно и подтверждается ГОСТом 31427-2010 «Здания жилые и общественные. Состав показателей энергоэффективности», где эти показатели «…относятся к единице площади квартир или полезной площади помещений общественного здания», что в жилом доме с встроенными нежилыми помещениями означает «на 1 м^2 площади помещений, не отнесенных к общему имуществу», как в приказе.

В п. 3.1.6 Терминов ТКП 45-2.04-196-2010 удельный расход тепловой энергии на отопление здания за отопительный период относится к единице отапливаемой площади или отапливаемого объема здания, где согласно п. 3.1.12 отапливаемая площадь здания — это суммарная площадь отапливаемых этажей, ограниченных внутренними поверхностями наружных стен здания, включая поэтажно площади отапливаемых лестничных клеток и лифтовых шахт, а также площадь, занимаемую перегородками и внутренними стенами (последнее из п. 5.5). В последней колонке табл. 2 специально приводится отношение суммарной площади отапливаемых этажей A_S к площади пола квартир A_h из проектов типовых серий МКД, из которого следует, что площадь этажей в 1,35÷1,6 раза больше площади квартир, а потому во столько же раз расчетное значение удельного годового теплопотребления на отопление дома будет меньше нормируемого базового значения из СНиП 23-02-2003, и, соответственно, ничего не предпринимая, можно отчитываться, что энергоэффективность зданий будет во столько же раз выше.

Во-вторых, как следует из п. 6.2.1.5 ТКП 45-2.04-196-2010, для жилых зданий с естественной системой вентиляции при определении условного коэффициента теплопередачи здания K_m^{inf} (формулы 10 и 12), учитывающего теплопотери на нагрев нормативного воздухообмена (3 м^3/ч наружного воздуха на 1 м^2 площади жилых помещений) не вводится никаких понижающих коэффициентов. А в примере 1 Приложения А подчеркивается, что система вентиляции естественная, но вопреки изложенному выше вводится понижающий коэффициент 0,7, сразу на 30% занижающий теплопотери с вентиляцией.

Как потом мы поняли из отчета [2], автор которого ссылается на опыт эксплуатации энергоэффективного здания по пр. Притыцкого, 107, этот коэффициент был получен из предположения, что 70 ч в неделю в работающей семье никого нет дома и воздухообмен в квартире можно снизить на 50% от нормативного, 56 ч люди спят и сами снижают воздухообмен на 33%, и остается нормативный воздухообмен только 42 ч в неделю. Общее снижение воздухообмена составляет: $(0{,}5\cdot 70 + 0{,}67\cdot 56 + 1\cdot 42)/168 = 0{,}68$, округляем до искомого коэффициента 0,7. Но, как следует из [3] в экспериментальном доме заложен новый принцип вентиляции жилых помещений на основе квартирных систем принудительной приточно-вытяжной вентиляции с механическим побуждением. Вентиляторы имеют возможность 9-ступенчатого дискретного регулирования, и констатируется, что «жильцы здания активно используют возможность индивидуального управления параметрами микроклимата, уровень воздухообмена программируется жителями таким образом, что в ночное время он снижается».

Но в подавляющем большинстве зданий применяются обычные системы естественной вентиляции, которые не позволяют автоматически программировать работу вентиляции по потребности, и фактическое теплопотребление зданий надо считать без понижающего коэффициента на вентиляцию. А поскольку нормируемое значение в ТКП 45-2.04-196-2010 было принято, как свидетельствует сопоставление результатов расчета в примере 1 с таблицами 2 и 3 нормативных значений удельного расхода тепловой энергии

за отопительный период на отопление жилых зданий, с понижающим коэффициентом 0,7 на расход теплоты на нагрев наружного воздуха для вентиляции квартир, эти значения должны быть пересмотрены.

В-третьих, как следует из п. 6.2.1.8 ТКП 45-2.04-196-2010, бытовые теплопоступления в течение отопительного периода для жилых зданий принимают исходя из удельной величины 9 Вт/м^2 площади жилых помещений и кухонь. В российском СНиП 23-02-2003, который был положен в основу ТКП, приведены удельные величины бытовых теплопоступлений на 1 м^2 площади жилых комнат, несмотря на то, что в кухне теплопоступления также имеют место (и делается это потому, что в качестве исходных данных в проектах МКД приводятся только общая площадь квартир всего здания и суммарная площадь жилых комнат, а площадь кухонь не приводится) и в зависимости от заселенности квартир, что естественно, так как, если в 2-комнатной квартире общей площадью в 60 м^2 проживают два или один человек, то в последнем случае удельная величина бытовых теплопоступлений на 1 м^2 площади будет значительно меньше.

В СНиП 23-02-2003 удельная величины бытовых теплопоступлений при расчетной заселенности 20 м^2 общей площади квартир на человека и менее — $q_{быт}$ = 17 Вт/м^2 жилой площади квартир; при расчетной заселенности 45 м^2 общей площади на человека и более — $q_{быт}$ = 10 Вт/м^2 жилой площади; между этими заселенностями — по линейной интерполяции или по формуле:

$$q_{быт} = 17 - (A_h/n - 20)\cdot 7/25,$$

где A_h — общая площадь квартир в МКД;

n — расчетное количество жителей в доме.

Эти величины получены по результатам натурных тепловых испытаний ряда МКД и корреспондируются с данными табл. G.12 ISO 13790:2008 [4].

В-четвертых, в зависимости от заселенности МКД следует принимать и норму воздухообмена в квартирах, особенно при оценке энергоэффективности существующих зданий, а не как в п. 6.2.16 ТКП 45-2.04-196-2010 всегда 3 м^3/ч на м^2 площади жилых помещений. В [5] рекомендовано принимать при заселенности менее 20 м^2 общей площади квартир на человека по норме 3 м^3/ч на 1 м^2 жилой площади квартир; при заселенности 20 м^2 и более общей площади квартир на человека исходя из воздухообмена 30 м^3/ч наружного воздуха на человека, но не менее 0,35 обмена в час от объема квартиры.

При расчете нормируемых значений удельных годовых расходов тепловой энергии на отопление и вентиляцию МКД принимается расчетная заселенность 20 м^2 общей площади квартир на человека, воздухообмен 30 м^3/ч наружного воздуха на человека и удельная величина бытовых теплопоступлений 17 Вт/м^2 жилой площади квартир здания [6].

В-пятых, в российских СНиП 41-01-2003 «Отопление…» и СНиП 23-02-2003, ориентируясь на зарубежный опыт, перешли на поддержание температуры воздуха в жилых помещениях 20 °С — минимальной из оптимальных температур внутреннего воздуха, а не 18 °С — минимальной из допустимых температур, на которую проводился расчет в советское время и заложен в примере 1 ТКП 45-2.04-196-2010 первой строкой.

В-шестых, неправильно при пересчете объемного расхода приточного воздуха на весовой расход принимать плотность его исходя из полусуммы температур наружного воздуха и внутреннего в помещениях. В европейских нормах ISO-13790 рекомендуется принимать плотность воздуха при температуре внутреннего воздуха равной 20 °С или ρ = 1,2 кг/м^3. И это правильно, потому что для сопоставления расчетного расхода приточного воздуха и фактического производят его измерение на выходе из приточного клапана в помещении, то есть при температуре около 20 °С.

В-седьмых, таблица 4 классов энергетической эффективности зданий ТКП 45-2.04-196-2010 противоречит рекомендуемой европейскими нормами EN 15217:2007 и принятой в России (СТО НОП 2.1-2014 «Требования к содержанию и расчету показателей энергетического паспорта проекта жилого и общественного здания») с градацией в 7

классов от A — самого высокого, до G — самого низкого, с нормальным D посередине, начинающегося с нуля. Для создания более гибкой шкалы классов в области высокой энергоэффективности могут быть добавлены классы A^{+}, A^{++}, A^{+++} [7].

Если пересчитать пример 1 с учетом перечисленных выше исходных данных (общая площадь квартир дома исходя из соотношения ее к отапливаемой площади этажей и равной примерно жилой площади деленной на 0,55 будет: A_h = 3853/0,55 = 7000 м^2; расчетное количество жителей: 7000/20 = 350 человек, Dd = (20 + 0,9)·198 = 4138 °С·сут.), то расчетный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию принятого МКД, оборудованного однотрубной системой отопления с центральным авторегулированием на вводе (ζ = 0,9) и естественной системой вентиляции, будет 58,8 кВт·ч /м^2, что соответствует изменениям № 1 2009 года к ТКП 45-2.04-43-2006 (не более 60 кВт·ч/м^2) и намеченным значениям с 2016 года российскими нормами согласно Постановлению Правительства РФ № 18 от 25.01.2011 г., а базовые значения по состоянию требований по теплозащите согласно СНБ 2.04.01-97 и ζ = 0,5 — 98 кВт·ч/м^2, что на 15% выше базовых значений по российским нормам 2003 года (промежуточные показатели пересчета примера 1 в примечании).

Примечание. Промежуточные показатели перерасчета примера 1:

K_m^{tr} = (4078/3,2 + 877/1,0 + 10/1,2 + 1109,5/6 + 1109,5·0,6/2,5)/7184 = 0,363 Вт/м^2·^{o}С;

K_m^{inf} = 0,28(30·350·1,2 + 244)/7184 = 0,501 Вт/м^2·^{o}С;

Q_h^y = [(0,363+0,501)·4138·24·7184·10^{-3} – 17·3853·198·24·0,9·0,9·10^{-3}]·1,13 = 41 1670 кВт·ч;

q_h^y = 411 670/7000 = 58,8 кВт·ч/м^2. (по примеру 1 — 48,6 кВт·ч/м^2 площади этажей);

$K_m^{tr.б}$ = (4078/2,5 + 877/0,6 + 10/0,8 + 1109,5/3 + 1109,5·0,6/1,5)/7184 = 0,546 Вт/м^2·^{o}С;

$Q_h^{y.б}$ = [(0,546+0,501)4138·24·7184·10^{-3} – 17·3853·198·24·0,9·0,5·10^{-3}]·1,13 = 685 820 кВт·ч;

$q_h^{y.б}$ = 685 820/7000 = 98 кВт·ч/м^2 площади квартир МКД.

Целесообразность единого межгосударственного документа по энергетической эффективности зданий

Исходя из того, что Республика Беларусь и Россия входят в одну экономическую систему, и учитывая результаты приведенного расчета, в оценке энергетической эффективности строящихся и существующих зданий целесообразно принять единый межгосударственный документ, в основу которого должны быть положены предлагаемые единые таблицы классов энергетической эффективности зданий и базовых значений удельного годового расхода энергетических ресурсов, потребляемых зданием, по величине отклонения от которого расчетного или фактического расхода энергетических ресурсов устанавливался бы класс энергетической эффективности рассматриваемого здания. **Нормирование теплозащиты зданий и достижения требуемого класса энергетической эффективности остается на национальном уровне.**

Рекомендуемые таблицы базовых и нормируемых по годам (включая с 2016 г.) значений удельного годового расхода энергетических ресурсов, в том числе на отопление и вентиляцию отдельной строкой, как приводится в Постановлении Правительства РФ № 18 от 25.01 2011 г., многоквартирных домов, жилых домов одноквартирных отдельно стоящих и блокированных и общественных зданий различного назначения, как и таблица классов энергетической эффективности зданий, были приведены на страницах этого же журнала в № 3 за 2016 год [8].

Сопоставление с европейскими нормами

О тенденции повышения сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций в странах Европейского союза можно судить по обобщающей таблице, в

которой указаны достигнутые к 2010 году требуемые значения показателя сопротивления теплопередаче наружных ограждений для типовых зданий европейских стран [9] (табл. 3), а о повышении требований к этим показателям и показателю энергоэффективности здания — на примере наиболее передовой в мире в области энергосбережения и повышения энергоэффективности зданий страны — Дании.

Таблица 3. Требуемые значения сопротивления теплопередаче для типовых зданий в некоторых европейских странах [9], Республике Беларусь и России

Страна	Год введения норм.	Коэффициент сопротивления теплопередаче ограждений, $м^2 \cdot °C/Вт$:			
		стены	окна	покрытие	перекрытие
Дания	2010	6,67	0,7	10,00	10,00
Финляндия	2010	5,88	1,0	11,11	5,88
Норвегия	2007	5,56	0,83	7,69	6,67
Швеция	2008	5,56	0,76	7,69	6,67
Великобритания	2010	5,55	0,67	6,67	4,76
Германия	2009	3,57	0,77	5,00	2,86
Нидерланды	2011	3,45	0,45	3,45	3,45
Беларусь	**2009**	**3,2**	**1,0**	**6,0**	**2,5**
Россия	**2000**	**2,8**	**0,45**	**4,3**	**3,7**
Италия	2010	3,03	0,5	3,45	3,12
Франция	2005	2,78	0,56	5,00	3,7
Венгрия	2006	2,22	0,62	4,00	4,00
Бельгия	2008	2,0	0,47	3,33	1,11
Румыния	2006	1,41	0,4	3,03	3,03

Примечание. Для Республики Беларусь и России приводятся значения приведенных сопротивлений теплопередаче ограждений при климатических условиях ГСОП = 4000 °С·сут. Для стран Северной Европы и Великобритании — сопротивление теплопередаче по глади, что на 15–30% выше, чем приведенное сопротивление теплопередаче с учетом мостиков холода.

При выполнении капитального ремонта, реконструкции жилых домов в Германии допускается снижение требований теплозащиты до 0,8 от требований нового строительства. Однако если при реконструкции увеличивается отапливаемый объем здания более чем на 30 $м^3$, то для этого объема должны соблюдаться требования как для нового строительства.

В Дании и в большинстве стран Европы (как и в России с выходом СНиП 23–02–2003 «Тепловая защита зданий») нормируется совокупная величина требуемого энергопотребления здания и одновременно коэффициент теплопередачи отдельных наружных ограждений (U-value — величина обратная сопротивлению теплопередаче по глади конструкции), который для наружных стен, независимо от назначения здания, должен быть по нормам Дании 2006 года не более $U = 0,2$ $Вт/(м^2 \cdot °C)$ или не менее $R_w = 5,0$ $м^2 \cdot °C/Вт$, а для окон не более 1,5 $Вт/(м^2 \cdot °C)$ или не менее $R_F = 0,67$ $м^2 \cdot °C/Вт$ (п. 7.3.2). Кроме того, поскольку приводятся значения сопротивления теплопередаче по глади конструкции, нормируется коэффициент линейных потерь тепла (мостики холода), который для стыков между наружной стеной, окнами и другими проемами должен быть не более 0,03 Вт/°С на метр стыка.

Чтобы оценить, какому у нас приведенному сопротивлению теплопередаче это соответствует, рассмотрим пример конкретного 11-этажного 4-секционного жилого дома с площадью квартир A_h = 9000 м^2, площадью стен A_w = 6545 м^2, окон A_F = 1340 м^2, длиной стыков между окнами и стенами 4300 м. С учетом того, что теплопотери в стыках между стенами и окнами составляют около 60% от всех потерь тепла в мостиках холода наружных стен, включающих опирание на железобетонные перекрытия, в том числе в зоне примыкания балконов и вертикальных ограждений и др., приведенное сопротивление теплопередаче стен без оконных заполнений по нормам Дании составит R_w^r = 6545/(6545·0,2 + 4300·0,03/0,6) = 4,3 м^2·°С/Вт. Это значение достигается при толщине минераловатного утеплителя из базальтового волокна не менее 220 мм, в то время как в наших действующих с 2000 года нормах базовое значение приведенного сопротивления теплопередаче стен соответствует для условий Москвы 3,1 м^2·°С/Вт и толщина утеплителя принимается в среднем около 140–160 мм.

Но с 30.06.2010 г. новыми датскими нормами регламентируется еще большее увеличение толщины утеплителя (до 300 мм), предусматривается для наружных стен U = 0,15 Вт/(м^2·°С) (п. 7.3.2, stk. 1). То есть сопротивление теплопередаче по глади R_w = 1/0,15 = 6,67 м^2·°С/Вт, коэффициент линейных потерь тепла сохраняется на том же уровне 0,03 Вт/(м·°С). А это страна, суровость зимы которой по соотношению градусо-суток отопительного периода в 4600/3000 = 1,53 раза ниже региона Москвы.

Следует обратить еще раз внимание на то, какое первостепенное значение нормы Дании уделяют повышению теплозащиты оболочки здания. Несмотря на то, что с 30.06.2010 г. новыми датскими нормами регламентируется понижение требуемого энергопотребления для жилых домов (п. 7.2.2, stk. 1) до 52,5 + 1650/A_h, кВт·ч/м^2 — на (70 – 52,5)·100/70 = 25% по сравнению с нормами 2006 года [2] и для общественных зданий до 71,3 + 1650/A_h (п. 7.2.3, stk. 1), а с 2015 года, соответственно, до 30 + 1000/A_h и 41 + 1000/A_h (п. 7.2.4.1, stk. 1 и п. 7.2.4.2, stk. 1), то есть всего по жилым домам на (70 – 30)·100/70 = 57%, в п. 7.2.1. (7) норм записано: «Даже в случае соответствия величины энергопотребления установленным нормативным требованиям, заложенная в конструктивном решении зданий величина удельных теплопотерь в результате теплопередачи через наружные ограждения не должна превышать для одноэтажного здания 6 Вт/м^2 площади оболочки здания, исключая окна и двери; для 2-этажных зданий — 7 Вт/м^2 и домов высотой 3 и более этажей — 8 Вт/м^2».

С 30.06.2010 г. предусматривается опять же снижение этих величин, соответственно, до 5, 6 и 7 Вт/м^2 (п. 7.2.1, stk. 8). Следовательно, независимо от применения энергосберегающих решений в инженерных системах поддержания микроклимата отапливаемых помещений, независимо от степени использования возобновляемых источников энергии тепловая защита зданий нормируется самостоятельно, она должна соответствовать высокому уровню и постоянно повышаться.

В нашей стране последнее повышение норм теплозащиты строящихся, реконструируемых и капитально ремонтируемых зданий было проведено в 1995 и 2000 годах, впервые после их установления в 1929 году, и тогда наши нормы приблизились к уровню наиболее передовых в области энергоэффективности строительства и сходным по климатическим условиям странам Скандинавии и Германии (рис. 1). Но с того времени в Европе, как мы видим, продолжается непрерывный рост требований повышения энергоэффективности и тепловой защиты строящихся и существующих зданий, а у нас наступил период стагнации, несмотря на призывы руководства страны к повышению энергоэффективности.

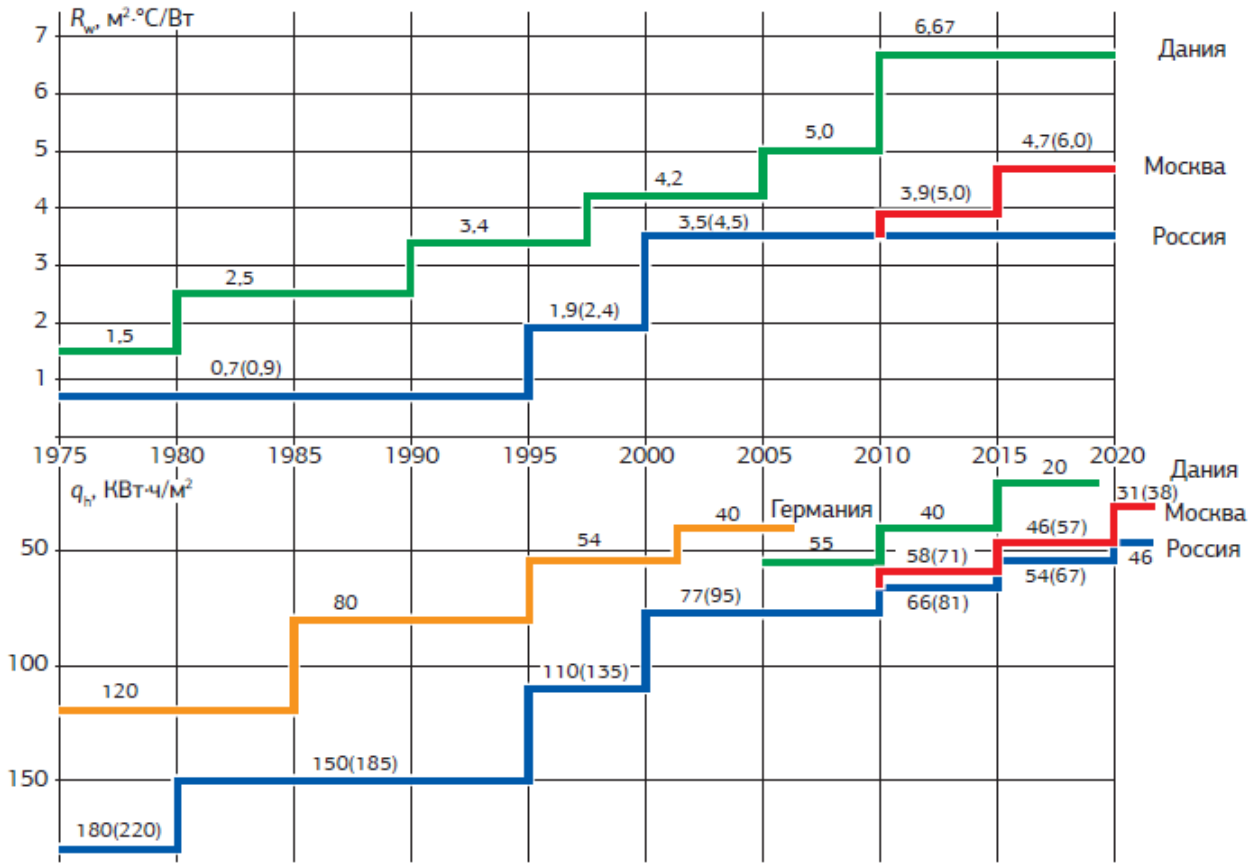

Рис. 1. Динамика изменения нормативных значений: верхняя часть рисунка — сопротивления теплопередаче по глади[1)] наружных стен жилого дома (без оконных и дверных проемов), отнесенного к необходимому для 3000 градусо-суток отопительного периода (в скобках для условий Москвы), м²·°С/Вт; нижняя часть — динамика удельного расхода тепловой энергии на отопление МКД за отопительный период, отнесенного к м² площади пола отапливаемых этажей для условий Дании[2)] (в скобках для условий Москвы), кВт·ч/м². ***В России с 2010 года, в Москве с 2015 года — не реализовано***

Примечания: [1)] Для наших условий — перерасчетом приведенного сопротивления теплопередаче по глади с учетом коэффициента теплотехнической однородности, принятого равным: r = 0,75 для 1995 года; r = 0,7 для 2000–2010 гг. и r = 0,67 для 2015 года.

[2)] Полученное путем вычитания из нормативного теплопотребления зданием расхода теплоты на горячее водоснабжение в размере 15 кВт·ч/м² в 2005 году; 12,5 кВт·ч/м2 в 2010 году и 10 кВт·ч/м² в 2015 году.

Литература

1. Матросов Ю. А., Ливчак В. И., Щипанов Ю. Б. Энергосбережение в зданиях. Новые МГСН 2.01-99 требуют проектирования энергоэффективных зданий. «Энергосбережение», № 2, 1999 г.

2. Данилевский Л. Н. Отчет «Повышение энергетической эффективности жилых зданий в Республике Беларусь» (согласно задаче 13). 2013 г.

3. В. Пилипенко. Опыт проектирования энергоэффективных жилых зданий в Республике Беларусь и за рубежом. Строительный рынок № 01, 2014 г.

4. Ливчак В. И. Гармонизация исходных данных российских норм, определяющих величину внутренних теплопоступлений, с европейскими нормами. «АВОК», № 1, 2014 г.
5. Стандарт НП «АВОК» 1-2004, 2.1-2008. «Здания жилые и общественные. Нормы воздухообмена».
6. Ливчак В. И. Стандарт СТО НОП 2.1-2014 как практическая реализация повышения энергоэффективности зданий. «Энергосбережение», № 2, 2015 г.
7. Ливчак В. И. Уточнение показателей энергоэффективности жилых и общественных зданий. «Энергосбережение», № 1, 2014 г.
8. Ливчак В. И. Оптимизация классификации зданий по энергетической эффективности. «Инженерные системы» АВОК Северо-Запад, № 3, 2016 г.
9. О. Сеппанен. Требования к энергоэффективности зданий в странах ЕС. «Энергосбережение», № 7, 2010 г.