

Shutterstock.com

Гармонизация исходных данных российских норм, определяющих величину внутренних теплопоступлений, с европейскими нормами

В. И. Ливчак, кандидат техн. наук, otvet@abok.ru

Ключевые слова: теплопотребление, внутренние теплопоступления, общая кондиционируемая площадь

При расчете систем отопления и охлаждения зданий, а также удельных годовых расходов энергии на отопление, охлаждение, вентиляцию и горячее водоснабжение, по которым устанавливается класс энергетической эффективности зданий, важно не ошибиться с заданием исходных данных для расчета. Одним из исходных показателей, вызывающих спорные суждения, является величина внутренних теплопоступлений от людей, пищевого приготовления, освещения, пользования электрическими приборами и компьютерами. Необходимо отметить, что эта величина существенно влияет на потребление энергии, затрачиваемой на отопление и охлаждение жилых и общественных зданий.

Если в нашей стране занормирована удельная величина

внутренних теплопоступлений в жилых домах, начиная со СНиП II-33-75 «Отопление, вентиляция и кондиционирование», как результат многочисленных длительных натурных исследований теплового баланса ряда жилых зданий, выполненных в МНИИТЭП [2], и пересчитана на современные условия в СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» (приведенные величины также подтверждены испытаниями [3]), то для общественных зданий эта величина не установлена, и расчет систем отопления этих зданий ведется по-прежнему без учета внутренних теплопоступлений, что приводит к значительному перерасходу тепловой энергии.

За рубежом до общемирового энергетического кризиса 1973 года также не обращали внимания на учет внутренних

теплопоступлений, в том числе и для жилых зданий, но в действующих нормах этот пробел устранен. Согласно европейским нормам ISO 13790:2008 [4] в п. 10.3 перечислены элементы внутренних притоков теплоты, которые следует учитывать при проектировании жилых, общественных и ряда производственных зданий.

В приложении G к ISO имеется таблица G.12 (табл. 1 настоящей статьи), где приводятся рекомендуемые значения внутренних теплопритоков от пользователей здания, годовое потребление электроэнергии на освещение и пользование электроприборами и время использования их за средний день месяца. Данные этой таблицы позволят восполнить отсутствие в российских нормах удельных величин внутренних

теплопоступлений в общественных зданиях в зависимости от их назначения и режима работы, но они должны быть соответственно гармонизированы к нашим условиям. **В этом задача настоящей статьи.**

В частности, для многоквартирных домов годовое потребление электроэнергии с учетом освещения и пользования электроприборами – 30 кВт·ч/м² кондиционируемой площади с понижающим коэффициентом 0,7, что означает отнесение этих теплопоступлений к общей площади квартир. Подтверждением этого служит ранее приводившаяся таблица G.8 величин теплового потока от пользователей и от электрических приборов, исключая освещение, в которой к кондиционируемым помещениям отнесены только помещения квартиры.

В пересчете на среднечасовое за отопительный период значение (с учетом повышающего коэффициента 1,25, вводимого нами на увеличение электропотребления на освещение в зимние месяцы к среднегодовому значению), тепловые притоки от освещения и пользования электроприборами составят $1,25 \cdot 30 \cdot 0,7 \cdot 1000 / 365 / 24 = 3,0 \text{ Вт/м}^2$. Прибавив метаболические притоки от жителя $1,8 \cdot 12 / 24 = 0,9 \text{ Вт/м}^2$ и переведя с кондиционируемой площади на отнесение к 1 м² жилой площади (как принято в российских нормах СНиП 41-01-2003 и СНиП 23-02-2003), получим: $(3 + 0,9) \cdot 1,36 / 0,59 = 9,0 \text{ Вт/м}^2$ (величины 1,36 и 0,59 пересчета кондиционируемой площади в площадь квартир и последней в жилую площадь приняты из действующих московских типовых проектов).

Но эта величина еще не включает теплопоступления в квартирах от полотенцесушителя и трубопроводов системы горячего водоснабжения, к которым он подключен, и от пользования горячей водой, которые составляют не менее 3 Вт/м². **На основании приведенных расчетов можно констатировать, что рекомендованные в табл. G.12 значения внутренних тепловых притоков в жилых домах совпадают с нашими нормами [5] – 11,4 Вт/м² жилой площади при заселенности 40 м² общей площади квартир на одного жителя, такая заселенность принята в табл. G.12 ISO 13790:2008 [3].**

Проанализируем рекомендуемые табл. G.12 значения внутренних притоков теплоты **для общественных и ряда производственных зданий**. Как видим, в таблице приводятся величины всех внутренних теплопритоков в помещениях, где работают люди – метаболические от людей, пользования электроприборами и от искусственного освещения, за исключением теплопоступлений от систем горячего водоснабжения, но в рассматриваемых зданиях в отличие от жилых они настолько малы, что ими можно пренебречь. Приводится также строка «время использования теплопритоков в день в среднем за месяц», t , ч, которая показывает, сколько приходится рабочих часов в среднем на каждый день месяца с учетом нерабочих часов в рабочие дни и в выходные. Например, принимается, что в офисах 8-часовой рабочий день пять дней в неделю, но если разделить $8 \cdot 5 = 40$ рабочих часов на 7 дней в неделю, то в каждом дне месяца получится около 6 рабочих часов – такое

ZOTA®

ZOTA
GSM

GSM-модуль



Реклама

**КОТЕЛЬНАЯ
В ВАШЕМ
КАРМАНЕ**

«ЗАВОД ОТОПИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И АВТОМАТИКИ»
Красноярск, ул. Калинина, 53А
(391) 247-77-77, 247-78-88, 247-79-99

www.zota.ru



Таблица 1 (измененная С.12)
Пример стандартных исходных данных, определяющих величину внутренних теплопоступлений

Тип здания	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к	л	м	н	о	п
Исходные данные	Одноквартирный дом	Многоквартирный дом класс I	Многоквартирный дом класс II	Офисное здание класс I	Офисное здание класс II	Образование	Больница класс I	Больница класс II	Поликлиника	Ресторан	Здание торговли	Спортивное сооружение	Зал собраний, зрелищное учреждение	Производственное здание, технопарк	Склад
Внутренняя заданная температура зимой, °С	+20	+20	+20	+20	+20	+20	+21	+21	+21	+20	+20	+18	+20	+18	+18
Внутренняя заданная температура летом, °С	+26	+26	+26	+26	+26	+26	+26	+26	+26	+26	+26	+26	+26	+26	+26
Площадь на человека (заселенность), A_p , м ² /чел.	60	40	20	20	8	10	20	10	10	5	10	20	5	20	100
Средняя величина метаболических тепловыделений от человека, Q_p , Вт/чел.	70	70	70	80	80	70	80	80	80	100	90	100	80	100	100
Метаболические притоки на общую кондиционируемую площадь, Q_p / A_p , Вт/м ²	1,2	1,8	3,5	4,0	10,0	7,0	4,0	8,0	8,0	20,0	9,0	5,0	16,0	5,0	1,0
Время использования макс. метаболического притока в день, $t_{мет}$, ч	12	12	12	6	6	5	16	16	9	3	4	6	3	6	6
Время использования в день (среднее месячное), t , ч	12	12	12	6	6	5	16	16	9	10	12	10	5	6	6
Годовое потребление электроэнергии на общую кондиционируемую площадь*, q_E , кВт·ч / м ²	20	30	40	20	30	10	30	35	20	30	30	10	20	20	6
Часть потребления электроэнергии в кондиционируемой части здания, f_E	0,7	0,7	0,7	0,9	0,9	0,9	0,7	0,8	0,8	0,7	0,8	0,9	0,8	0,9	0,9
Удельные среднечасовые в рабочее время за отопительный период внутренние теплопритоки**, в том числе от людей, электроприборов, освещения, (для жилых домов и от ГВС), $q_{вн.от}$, Вт/м ² ***	10	11,4	17	14,2	25,3	13,1	8,5	14,0	14,0	13,1	9,8	6,1	20,6	15,2	4,1
Величина воздушного потока наружного воздуха на человека, $q_{вент/чел}$, м ³ /(ч·чел)	42	28	28	14	14	7	30	30	20	6	7	14	5	14	30
Величина воздушного потока наружного воздуха на общую кондиционируемую площадь*, $q_{вент/м^2}$, м ³ /(ч·м ²)	0,7	0,7	1,4	0,7	1,8	0,7	1,5	3,0	2,0	1,2	0,7	0,7	1,0	0,7	0,3
Потребности для нагрева воды в системе ГВС*, кВт·ч/м ² в год – ISO 13790: 2008 – СП 50.13330.2012	10 25	20 40	40 80	10 7	25 18	10 20	30 158	30 181	20 87	60 350	10 8	80 145	10 14	10 13	1,4 2,4

* Под кондиционируемой площадью понимают общую площадь квартир без летних помещений, $A_{кв}$, для общественных и производственных зданий – полезную площадь всех помещений, включая лестничные клетки, технические этажи, пандусы и автостоянки, $A_{пол}$, м².

** $q_{вн.от} = (Q_p / A_p) \cdot t_{мет} / t + 3,4 \cdot q_E \cdot f_E / t$, где $3,4 = 1,25 \cdot 10^3 / 365$, а $1,25$ – коэффициент увеличения электропотребления на освещение в зимние месяцы к среднегодовому значению; остальные обозначения – в тексте таблицы.

*** Для жилых домов – на 1 м² жилой площади, составляющей, как правило, 0,55–0,6 от общей площади квартир, как принято в СП 50.13330.2012, для остальных зданий – на 1 м² полезной площади помещений.

количество и записано в данной строке. Для того, чтобы объединить теплоступления, вслед за таблицей в ISO 13790 приводится формула (G.7) определения «среднего объема внутренних тепловых притоков», Q_{int} (все обозначения даны в тексте):

$$Q_{int} = A_f (Q_P / A_P + f_E \cdot q_E).$$

Но эта формула неверна: нельзя складывать ватты или киловатты с киловатт-часами. Более того, считаю, что должны быть внесены изменения в строку времени использования в день для зданий торговли, ресторанов, спортивных сооружений, залов собраний и приравненных к ним зрелищных учреждений, работающих без выходных. Время работы их, в течение которого включено освещение и используются электрические приборы, значительно больше, чем 3–4 ч, указанные в таблице. Эти здания имеют нестабильную заполняемость, и указанное количество часов соответствует длительности максимального заполнения зданий людьми в часах за целые сутки ($t_{мет}$) и относится к длительности теплопритоков от метаболических тепловыделений находящихся в помещениях людей.

В связи с изложенным в таблицу добавлена строка «Время использования метаболических теплопритоков в средний день месяца, $t_{мет}$ ч», значения в которой переключались из строки «Время использования в день», а последняя строка совпадает по значениям с добавленной для зданий, которые имеют практически постоянную заполняемость в течение рабочего дня (офисы, учреждения образования и здравоохранения, производственные здания, близкие к технопаркам, и склады), и увеличены до фактического времени

открытия с нестабильной заполняемостью. Применительно к нашим российским условиям увеличено число часов использования школ с 4 до 5 ч в день.

Тогда формула объединения теплоступлений от людей, от пользования электроприборами и от освещения за отопительный период, отнесенная к m^2 полезной площади помещений, будет, кВт·ч/ m^2 :

$$Q_{int}^y = [(Q_P / A_P) \cdot t_{мет} \cdot z_{от}] \cdot 10^{-3} + (q_E \cdot f_E) \cdot (1,25 \cdot z_{от} / 365),$$

где $z_{от}$ – длительность отопительного периода в регионе, сут.;
1,25 – коэффициент увеличения электропотребления на освещение в зимние месяцы к среднегодовому значению.

Удельные внутренние тепловые притоки в течение рабочего времени отопительного периода, Вт/ m^2 , составят:

$$q_{int} = (Q_P / A_P) \cdot t_{мет} / t + 3,4 \cdot q_E \cdot f_E / t,$$

$$\text{где } 3,4 = 1,25 \cdot 10^3 / 365.$$

На основании расчетов по последней формуле в таблицу добавлена еще одна строка – «Удельные среднечасовые за рабочее время внутренние теплопритоки, отнесенные к полезной площади помещений», включая людей, электроприборы, освещение (для жилых домов и теплоступления от системы ГВС, но отнесенные к жилой площади квартир), q_{int} , Вт/ m^2 .

Теперь об «общей кондиционируемой площади» – в примечании к таблице G.12 приводится пояснение, что она рассчитывается с учетом внешних размеров здания. «Эта площадь включает все кондиционируемые помещения со слоем тепловой изоляции. Например, внутренние неотапливаемые (при этом косвенно отапливаемые) лестничные клетки включены,

FRISQUET



до **25%**
экономии энергии

+ ECO RADIO SYSTEM VISO®

Цифровое управление отоплением

- поставляется серийно
- с беспроводным термостатом

Традиции качества & инноваций
для более 20 лет комфорта



Реклама

▪ Frisquet – марка, известная всей Европе

▪ Широкая гамма продукции, сертифицированной в России

- котлы TRADITION от 23 до 50 кВт
- котлы EVOLUTION от 25 до 45 кВт
- котлы CONDENSATION от 25 до 45 кВт
- каскадная котельная от 100 до 500 кВт

ГАЗОВЫЕ КОТЛЫ

www.frisquet-russia.ru

кроме неотапливаемых подвала и чердака». В соответствии с нашими СП 118.13330.2012 «Общественные здания и сооружения» и СП 56.13330.2011 «Производственные здания», это сумма площадей всех отапливаемых этажей здания, измеренных в пределах внутренних поверхностей наружных стен. Но она включает не только кондиционируемые помещения, но и перегородки между ними, которые не могут входить в кондиционируемые помещения, как и внутренние лестницы и лифтовые шахты, где люди находятся временно, и эти сооружения не являются их рабочим местом.

Более логично к общей кондиционируемой площади отнести полезную площадь здания, которая в СП 118.13330.2012 характеризуется как «сумма площадей всех размещаемых в нем помещений, за исключением лестничных клеток, лифтовых шахт, внутренних открытых лестниц и пандусов»; применительно к задаче оценки энергетической эффективности зданий, которая указана в названии ISO 13790, следует добавить «за исключением технических этажей и гаражей», как это приводится в СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий», поскольку эти отапливаемые помещения резко отличаются по тепловому режиму и использованию от основных.

Между прочим, это же предлагается в Примечании 4 к п. 3.2.6 ISO 13790: «Кондиционируемая площадь может учитываться как полезная площадь в Разделах 5, 6 и 7 EPBD, если иное не определено государственными нормативными документами».

Отнесение нормы занимаемой площади на человека и всех энергетических показателей

к полезной площади помещений здания, как рекомендовано СНиП 23-02-2003, ГОСТ 31427-2010 «Здания жилые и общественные. Состав показателей энергетической эффективности», ГОСТ Р 53905-2010 «Энергосбережение. Термины и определения» и Приказом Минэнерго РФ № 577 от 8 декабря 2011 года, не только более логично, но и несколько снизит расчетные внутренние теплопритоки (что многими будет одобрено, ибо большинство склоняется к тому, что они всегда завышены – «пар костей не ломит», «запас карман не тянет», но, как показывает практика, приводит к перерасходу энергии [3]), поскольку они устанавливались, вероятно, из накопленного опыта, а умножение заданной удельной величины на меньшую площадь приведет к понижению абсолютного значения внутренних теплопоступлений.

Применительно к условиям России рассматриваемая таблица должна быть расширена в связи с тем, что заселенность квартир в 40 м² на жителя у нас больше исключение, чем правило, так же как 20 м² на одного работающего в офисах. Таким жилым и офисным зданиям присваивается I класс элитности и дополнительно вводится II класс с заселенностью в 20 м² общей площади квартир на жителя и 8 м² полезной площади помещений на одного работающего в офисах, что соответствует норме заполняемости существующих зданий. Параметры внутренних тепловых притоков при промежуточных значениях заселенности находятся линейной интерполяцией. Далее, учреждения здравоохранения разделены на больницы (с меньшей площадью помещений, приходящейся на одного

присутствующего – 20 и 10 вместо 30 м² на человека, поскольку минимальная норма площади в палатах общей терапии согласно СНиП 2.08.02-89 – 3,5 м²/чел., и в европейских больницах выздоравливающие проводят раза в три меньше времени, чем в российских), и поликлиники (10 м²/чел.), отличающиеся режимом эксплуатации.

Все изменения таблицы G.12 (в тексте табл. 1) показаны красным шрифтом.

В трех последних строках таблицы G.12 ISO 13790 и той же таблицы в предлагаемой редакции приводятся рекомендуемые величина воздушного потока наружного воздуха для вентиляции помещений и потребность для нагрева воды в системе горячего водоснабжения перечисленных зданий, которые требуют отдельных пояснений.

Литература

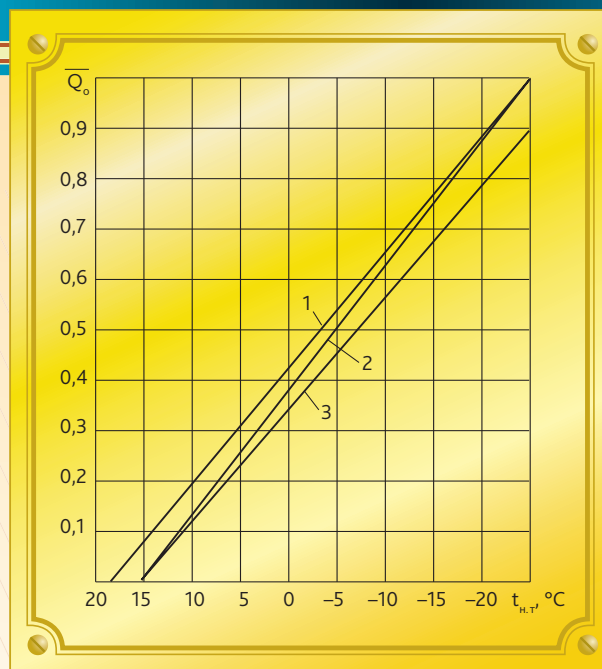
1. Ливчак В. И. О температурном графике отпуска тепла для систем отопления жилых зданий // Водоснабжение и санитарная техника. – 1973. – № 12.
2. Грудзинский М. М., Ливчак В. И., Поз М. Я. Отопительно-вентиляционные системы зданий повышенной этажности. М.: Стройиздат, 1982.
3. ISO 13790:2008 «Energy performance of buildings – Calculation of energy use for space heating and cooling» («Энергетическая эффективность зданий. Расчет потребления энергии для отопления и охлаждения»).
4. Ливчак В. И., Забегин А. Д. Преодоление разрыва между политикой энергосбережения и реальной экономией энергоресурсов // Энергосбережение. – 2011. – № 4.
5. СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий». М., 2003. ■

График Ливчака

В декабре отпраздновал юбилей Вадим Иосифович Ливчак – один из авторитетнейших специалистов в области отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, теплоснабжения и строительной теплофизики, почетный строитель России, лауреат премии Совета Министров СССР, кандидат технических наук, харизматичный и обаятельный человек. Поздравляя его с этой знаменательной датой, коллектив НП «АВОК» искренне желает юбиляру здоровья, неиссякаемой энергии, удачи во всех начинаниях и предлагает назвать разработанный юбиляром оптимальный температурный график регулирования отопления именем его автора – «график Ливчака».

Оптимальный температурный график регулирования отопления предполагает подачу теплоты с учетом увеличивающейся с повышением температуры наружного воздуха доли бытовых тепловыделений в тепловом балансе дома, за счет чего можно сократить теплопотребление системы отопления здания, обеспечивая при этом температуру воздуха в помещениях на комфортном уровне +20...+22 °С и нагрев наружного воздуха для вентиляции в объеме нормативного воздухообмена. В. И. Ливчак впервые апробировал предложенный им график регулирования подачи теплоты в ЦТП московского жилого дома, в котором сам проживал (ул. Зеленодольская, д. 16). Результаты исследования опубликованы в журнале «Водоснабжение и сантехника» № 3 за 1973 год, статья из которого с комментариями автора, дополняющими ее новыми исследованиями, перепечатана в журнале «АВОК» № 6 за 2013 год.

Затем этот график был успешно реализован в ЦТП района Выхино и домов 148–156 по Ленинскому проспекту, в 16-этажном доме 150 в системе пофасадного авторегулирования, 22-этажном доме сотрудников «Известий» возле Преображенской площади, 25-этажном доме «на ногах» на проспекте Мира возле ВДНХ, и наконец, такой режим



- Графики изменения относительного расхода теплоты на отопление Q_0 в зависимости от текущей температуры наружного воздуха $t_{н,т}$ для разного типа потребителей и способов автоматического регулирования: 1 – для промышленных и общественных зданий; 2 – для жилых зданий при регулировании без коррекции по отклонению температуры внутреннего воздуха от заданной; 3 – для жилых зданий при регулировании с коррекцией по температуре внутреннего воздуха

подачи теплоты с коррекцией в зависимости от запаса поверхности нагрева отопительных приборов был восстановлен после комплексного капитального ремонта в 12-этажном доме по ул. Обручева, 57, в котором в отопительном сезоне 2009–2010 годов был достигнут требуемый по СНиП 23-02–2003 уровень энергоэффективности, в то время как в соседних аналогичных домах перерасход теплоты на отопление составлял 30–35%. Результаты натурных испытаний этого исследования опубликованы в журнале «Энергосбережение» № 4 за 2011 год, а принципы расчета температурного графика подачи теплоты на отопление с учетом выявленного запаса в поверхности нагрева отопительных приборов приведены в журналах «АВОК» (2–2009; 3–2010; 8–2012) и «Энергосбережение» (2–2009). Рекомендации по расчету «графика Ливчака» включены в Свод правил по проектированию тепловых пунктов СП 41-101–95 и в Рекомендации АВОК 2.3–2012 «Руководство по расчету теплопотерь помещений и тепловых нагрузок на систему отопления жилых и общественных зданий». ■