

## Предложения о внесении изменений в СП 60.13330.2020

В. И. Ливчак, канд. техн. наук, эксперт в области теплоснабжения жилых микрорайонов и повышения энергоэффективности зданий, vlivchak@gmail.com

### Предлагаемые изменения и дополнения к Приложению А и тексту СП 60.13330.2020

#### ОБОСНОВАНИЕ

В Приложении А «Расчет тепловых нагрузок на системы отопления и вентиляции» СП 60.13330.2020 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» приводится общая формула (А.1) расхода тепла<sup>\*</sup> (тепловая нагрузка) на нужды отопления и вентиляции  $Q_{ов.Р}$ , где представлены все составляющие теплового баланса отапливаемых помещений здания, определяемых в соответствующих пунктах текста Приложения, включая такие редкие, как А.6 Тепловые потери, образующиеся из-за необходимости нагрева материалов и транспортных средств, определяемые по формуле (А.11). Но после этого текст Приложения А заканчивается, как будто его кто-то оборвал, и не приводится, как определять последнюю в формуле (А.1) составляющую теплового баланса – бытовые теплопоступления  $Q_{быт}$ , характерные для расчетного режима, не приводятся также какие коэффициенты вводятся на суммарный расход теплоты для подбора площади нагрева отопительных приборов и тепловой нагрузки системы отопления.

---

<sup>\*</sup>) удивляет включение термина «тепло», в то время как в Терминах и определениях СП 60 правильно указывается «теплота». Тепло и холодно – это ощущение человека, а теплота и холод – это количество энергии.

В предыдущей редакции СП 60.13330.2016 с изм. № 1 от 22.01.2019 в п. Г.8 было включено определение внутренних (бытовых) теплопоступлений со ссылкой на источник СП 50.13330, использующий Р АВОК-8-2005 «Руководство по расчету теплопотребления эксплуатируемых жилых зданий». По нему  $Q_{быт}$  принимаются по удельной величине бытовых тепловыделений, приходящихся на 1 м<sup>2</sup> площади жилых помещений или расчетной площади отапливаемых помещений общественных зданий в зависимости от заселенности этих помещений. В частности для жилых домов принимается  $q_{быт} = 17$  Вт/м<sup>2</sup> площади пола жилых комнат при заселенности 20 м<sup>2</sup> площади квартир на 1 человека, а при заселенности 45 м<sup>2</sup>/человека –  $q_{быт} = 10$  Вт/м<sup>2</sup> площади пола жилых комнат. В диапазоне между этими крайними значениями – по формуле:  $q_{быт} = 17 - (A_{кв}/n - 20) \cdot 7/25$ , Вт/м<sup>2</sup>, где  $A_{кв}$  – площадь квартир,  $n$  – количество жителей в доме.

Как было показано в [1] приведенные выше значения корреспондируются с европейскими нормами 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). В табл. G.12 Приложения G к этим нормам приводятся рекомендуемые значения внутренних теплопритоков от пользователей жилых и общественных зданий разного назначения, годовое потребление электроэнергии на освещение и пользование электроприборами, кухонным оборудованием и время использования их за средний день месяца. Пересчитав теплопритоки на среднечасовые за отопительный период значения, прибавив метаболические притоки от присутствующих людей, а для жилых домов еще и теплопоступления от полотенцесушителя и трубопроводов системы горячего водоснабжения, к которой он подключен, и от пользования горячей водой, были получены такие же величины, как и в приведенной выше формуле при заселенности 40 м<sup>2</sup> общей площади квартир на одного жителя, которая принята в табл. G.12 ISO.

Применительно к условиям России рассматриваемая таблица должна быть расширена, в связи с тем, что заселенность квартир в 40 м<sup>2</sup> на жителя у нас больше исключения, чем правило, так же как и 20 м<sup>2</sup> на одного работающего в офисах. Поэтому,

таким жилым и офисным зданиям присваивается 1-я категория и дополнительно вводится 2-я категория с заселенностью в 20 м<sup>2</sup> площади квартир на жителя и 8 м<sup>2</sup> полезной площади помещений или примерно 6 м<sup>2</sup> расчетной площади на одного работающего в офисах, что соответствует норме заполняемости существующих зданий в нашей стране. На основании выполненных расчетов были получены удельные среднечасовые за рабочее время внутренние теплопритоки, включая: людей, электроприборы, кухонное оборудование, освещение,  $q_{int}$ , Вт/м<sup>2</sup>, которые добавлены в таблицу отдельной строкой.

Исключение из текста Приложения 1 указания, как определять величину бытовых теплопоступлений в зданиях, воспринимается проектировщиками, как предложение их не учитывать, тем более, что если в предыдущих редакциях СНиП о бытовых тепловыделениях в жилых домах приводили данные, правда, постоянно снижающиеся по величине, то об учете теплопоступлений в общественных зданиях ни в одних нормах речи не было! Покажем на примере многоквартирного дома (МКД) и офиса, как пренебрежение бытовыми теплопоступлениями в таких зданиях сказывается на увеличении тепловой нагрузки системы отопления и ее годового теплопотребления.

В качестве примера возьмем, рассматриваемые в [2, 3] 12-этажные дома-башни серии П-18-01/12 по ул. Обручева, которые были мэрией Москвы включены в эксперимент, предложенный Мосгосэкспертизой (где я после 25-летнего опыта работы в МНИИТЭП заведующим сектором теплоснабжения жилых микрорайонов и общественных зданий и 5-летнего в Московском агентстве по энергосбережению Правительства Москвы в должности зам. директора по ЖКХ, в 1998 году возглавил отдел «Энергоэффективность зданий и их инженерных систем»), по доведению фактического теплопотребления на отопление дома к проектно-расчетному значению.

В домах был выполнен комплексный капитальный ремонт, включающий утепление стен до  $R_{ст.пр} = 3,06 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , чердачного перекрытия до  $R_{черд.пр} = 3,73 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , замену окон на более герметичные с  $R_{ок.пр} = 0,55 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , замену системы отопления с отопительными приборами, оборудованными термостатами, и устройством автоматизированного узла управления (АУУ) подачи теплоты в систему отопления здания. При определении требуемой тепловой нагрузки системы отопления предусмотрено, что система отопления обеспечивает нагрев наружного воздуха в объеме нормативного воздухообмена 30 м<sup>3</sup>/ч на 1 человека при заселенности 20 м<sup>2</sup> площади квартир на человека. При этом бытовые теплопоступления составляют  $q_{быт} = 17 \text{ Вт}/\text{м}^2$  жилой площади квартир. В соответствии с планировкой дома площадь 84-х квартир –  $A_{кв} = 3618 \text{ м}^2$ , жилая площадь –  $A_{ж} = 2496 \text{ м}^2$ .

Расчетные теплопотери через наружные ограждения и на нагрев вентиляционной нормы наружного воздуха в квартирах и инфильтрующегося в лестничную клетку при  $t_n^p = -26 \text{ °C}$  составили 202,6 кВт, требуемая тепловая нагрузка системы отопления с учетом внутренних теплопоступлений, равных  $Q_{быт.р} = 17 \cdot 2496 \cdot 10^{-3} = 42,4 \text{ кВт}$ , и дополнительных теплопотерь трубопроводов, проходящих через неотапливаемые помещения, радиаторных участков ограждений и др., оцениваемых повышающим коэффициентом  $\beta_{mn} = 1,1$ , составит:  $Q_{от.р.тп} = (202,6 - 42,4) \cdot 1,1 = 176 \text{ кВт}$ . Кстати, эта величина подтверждена результатами натурных испытаний, выполненных по адресу ул. Обручева, д. 57, в отопительном периоде 2009/10 годов после перенастройки контроллера регулятора подачи теплоты на отопление по оптимизированному графику. Бытовые теплопоступления по отношению к тепловой нагрузке системы отопления составили:  $Q_{быт.р} / Q_{от.р.тп} / \beta_{mn} = 42,4 / 176 / 1,1 \cdot 100 = 20 \text{ \%}$ . В случае пренебрежения бытовыми теплопоступлениями тепловая нагрузка системы отопления возрастет до  $Q_{от.р.тп} = 202,6 \cdot 1,1 = 223 \text{ кВт}$ , т. е. в  $223 / 176 = 1,27$  раза.

Пренебрежение бытовыми теплопоступлениями в годовом теплопотреблении приводит к тому, что расход теплоты системой отопления будет определяться только расходом на компенсацию теплопотерь через наружные ограждения и на нагрев наружного воздуха при средней температуре наружного воздуха ( $t_n^{ср} = -3,1 \text{ °C}$ ) за нормализованный отопительный период длительностью 214 суток:

$$Q_{от. год.пр} = [202,6 / (20 + 26)] \cdot (20 + 3,1) \cdot 214 \cdot 24 \cdot 1,1 \cdot 10^{-3} = 574,8 \text{ МВт} \cdot \text{ч}.$$

Если бы бытовые теплопоступления были учтены при подборе площади нагрева отопительных приборов и в полном объеме из-за того, что с повышением наружной температуры их доля в тепловом балансе дома возрастает, за счет чего можно сократить подачу теплоты в систему отопления, годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию МКД достиг бы:  $Q_{от. год.тр} = (574,8 / 1,1 - 42,4 \cdot 214 \cdot 24 \cdot 0,9 \cdot 10^{-3}) \cdot 1,1 = 359,2 \text{ МВт} \cdot \text{ч}$  (понижающий коэффициент на бытовые теплопоступления  $\nu = 0,9$  вводится на неполное их использование в теплый период отопительного сезона, когда теплопотери ниже бытовых теплопоступлений). Годовой перерасход тепловой энергии на отопление многоквартирного дома от пренебрежения бытовыми теплопоступлениями составит:  $574,8 - 359,2 = 215,6 \text{ МВт} \cdot \text{ч}$  или в  $574,8 / 359,2 = 1,6$  раза больше ожидаемого при учете  $Q_{быт}$ .

Еще больший перерасход теплоты на отопление от пренебрежения бытовыми теплопоступлениями происходит в общественных зданиях (для них это внутренние теплопритоки  $Q_{вн}$ ), потому что, как правило, они проектируются с централизованным нагревом наружного воздуха, подаваемого системой приточной вентиляции. Исключая, тем самым, эту составляющую тепловых потерь из компенсируемых системой отопления, что увеличивает долю внутренних теплопоступлений по отношению к тепловой нагрузке системы отопления, по сравнению с жилыми домами с естественным притоком наружного воздуха для вентиляции квартир, нагрев которого обеспечивается системой отопления.

На рассмотренном в [4] примере 4-этажного офиса полезной площадью  $A_{пол} = 1243 \text{ м}^2$  с количеством работников 124 (заполнение  $10 \text{ м}^2$  полезной площади на 1 работника), строящегося в Московском регионе, с теплозащитой, соответствующей требованиям 1-го этапа повышения энергетической эффективности зданий. Сумма площадей всех наружных ограждений отапливаемой оболочки здания  $A_{огр}^{сум} = 2146 \text{ м}^2$ ; в том числе: площадь стен  $1072 \text{ м}^2$  ( $R_{ст}^p = 3,08 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ ), площадь окон  $235 \text{ м}^2$  ( $R_{ок}^p = 0,8 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ ), площадь покрытия  $415 \text{ м}^2$  ( $R_{пок}^p = 4,12 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ ), площадь цокольного перекрытия  $415 \text{ м}^2$  ( $R_{пер}^p = 3,48 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ ), площадь наружных дверей  $9 \text{ м}^2$  ( $R_{дв}^p = 0,9 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ ). Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания  $K_{тр} = 0,407 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ .

Удельные расчетные внутренние теплопритоки из [1] при принятой заселенности в  $10 \text{ м}^2$  полезной площади помещений на одного работника (интерполируя величины  $K_{QE}$  и  $q_E$ ) составят:  $q_{вн.оф} = (Q_p/A_{пол}) \cdot t_{мет}/t + K_{QE} \cdot (q_E \cdot f_E) \cdot 10^3/(t \cdot 365) = (80/10) \cdot 6/6 + 1,09 \cdot (31,3 \cdot 0,9) \cdot 10^3/(6 \cdot 365) = 22,02 \text{ Вт}/\text{м}^2$  (обозначения в [1]). Расчетный расход теплоты на отопление, равный расчетным теплопотерям через наружные ограждения с добавочными теплопотерями на ориентацию помещений по сторонам света и на угловые помещения, оцениваемые повышающим коэффициентом  $\beta = 1,1$ , (п. 3.5.2 МГСН 2.01-99, в предыдущем примере для МКД он составил  $\beta = 1,13$  – включено в текст Приложения А, п. А.2, примечание б) вместе с теплопотерями трубопроводами системы отопления, проложенными в неотапливаемых помещениях, и с учетом завышенных теплопотерь радиаторных участков стен ( $\beta_{mn} = 1,1$ ), а также с учетом полезного использования внутренних теплопоступлений только в помещениях, относящихся к расчетной площади, составляющей в офисах  $A_{расч} = 0,8 \cdot A_{пол}$ , составит:

$$Q_{от. п.тр} = Q_{огр. p} - Q_{вн. p} = [1,1 \cdot K_{тр} \cdot A_{огр}^{сум} \cdot (t_{в} - t_{н}^p) - 0,8 \cdot A_{пол} \cdot q_{вн.оф}] \cdot \beta_{mn} \cdot 10^{-3} = [1,1 \cdot 0,407 \cdot 2146 \cdot (20+26) - 0,8 \cdot 1243 \cdot 22,02] \cdot 1,1 \cdot 10^{-3} = (44,2 - 21,9) \cdot 1,1 = 24,5 \text{ кВт}.$$

Внутренние теплопоступления по отношению к тепловой нагрузке системы отопления составили:  $Q_{вн. p}/Q_{от. п.тр}/\beta_{mn} = 21,9/24,5/1,1 \cdot 100 = 92\%$ . В случае пренебрежения бытовыми теплопоступлениями тепловая нагрузка системы отопления возрастет до  $Q_{от. п.тр} = 44,2 \cdot 1,1 = 48,6 \text{ кВт}$ , то-есть в  $48,6/24,5 = 1,9$  раза.

Пренебрежение внутренними теплопоступлениями в годовом теплопотреблении приводит к тому, что расход теплоты системой отопления при тех же метеорологических условиях, как и в примере с МКД, будет:  $Q_{от. год.пр} = [48,6/(20+26)] \cdot (20+3,1) \cdot 214 \cdot 24 \cdot 1,1 \cdot 10^{-3} = 137,9 \text{ МВт} \cdot \text{ч}$ . Если бы внутренние теплопоступления были учтены (в данном примере  $\nu=1,0$ ), годовой расход тепловой энергии на отопление офиса был бы:  $Q_{от. год.тр} = (137,9/1,1$

–  $21,9 \cdot 214 \cdot 24 \cdot 1,0 \cdot 10^{-3} \cdot 1,1 = 14,2$  МВт·ч. Годовой перерасход тепловой энергии на отопление офиса от пренебрежения бытовыми теплопоступлениями составит:  $137,9 - 14,2 = 123,7$  МВт·ч или почти в  $137,9/14,2 = 10$  раз больше ожидаемого при учете  $Q_{\text{вн}}$ .

Такие огромные перерасходы тепловой энергии на отопление будут иметь место при проектировании зданий без учета бытовых (внутренних) теплопоступлений, как следует из существующего текста Приложения А в редакции СП 60.13330.2020. Кроме того текст Приложения А в части определения тепловой нагрузки системы отопления не отражает всего многообразия зданий: жилые и нежилые с естественной приточной вентиляцией, здания с механической приточной вентиляцией и централизованным подогревом приточного воздуха, воздушное отопление, общественные здания с периодическим режимом работы – в каждом конкретном случае расчет нагрузки на отопление разный [5]!

#### Литература

1. Ливчак В.И. Гармонизация исходных данных российских норм, определяющих величину внутренних теплопоступлений, с европейскими нормами. График Ливчака. «АВОК» №1-2014г.
2. Ливчак В.И., Забегин А.Д. Преодоление разрыва между политикой энергосбережения и реальной экономией энергоресурсов. «Энергосбережение» №4-2011г.
3. Ливчак В.И., Забегин А.Д. Стратегия автоматического регулирования систем отопления многоквартирных домов. «Энергосбережение» №3-2016г.
4. Ливчак В.И. Почему перегреваются офисные здания и что делать? «АВОК» №7-2014г.
5. «Требования к содержанию и расчету показателей энергетического паспорта проекта жилого и общественного здания» СТО НОП 2.1-2014. М. 2014г. Ливчак В.И. - руководитель творческого коллектива стандарта.

СП 60.13330.2020

### Дополнения к Приложению А

#### І Расчет тепловых нагрузок на системы отопления и вентиляции

- А.1 - *добавить в формулу (А.1) в виде сомножителя после скобки: « $\cdot \beta_{\text{мн}}$ »;*  
 - *добавить в пояснение к  $Q_{\text{быт.п}}$ : «, определяемые в соответствии с А.7.»;*  
 - *Примечание исключить, как не несущего четкой информации с появлением нового пункта А.7, и вместо него дать расшифровку термина  $\beta_{\text{мн}}$ :*

« $\beta_{\text{мн}}$  – коэффициент, учитывающий дополнительные потери системы отопления, связанные с теплопотерями трубопроводов, проходящих через неотапливаемые помещения, дискретностью номинального теплового потока номенклатурного ряда отопительных приборов, их дополнительными теплопотерями через радиаторные участки ограждений; в приточной вентиляции общественных зданий – вместо  $\beta_{\text{мн}}$ :  $\beta_{\text{мн.возд}}$ , учитывающий теплопотери воздухопроводов, проложенных в неотапливаемых помещениях; принимают  $\beta_{\text{мн}}$  =

- 1,13 – для многосекционных и других протяженных зданий (длина превышает ширину более, чем в 3 раза) с неотапливаемым чердаком и техническим подпольем;
- 1,1 – для зданий башенного типа также с неотапливаемым чердаком и техническим подпольем;
- 1,07 – для зданий с отапливаемыми подвалами или отапливаемыми чердаками;
- 1,05 – для зданий с отапливаемыми подвалами и чердаками, а также с квартирными генераторами теплоты;

А.2 В Примечаниях 1 к этому пункту вместо 6.2.2 записать: «6.2.3» и вместо более 3 °С записать: «более 4 °С» – пояснения в Предлагаемых изменениях в тексте СП 60.13330.2020 в отношении пункта 6.2.3.

Исключить п.5 Примечания и добавить вместо него:

5. Следует предусмотреть при расчете трансмиссионных теплопотерь добавочные теплопотери, задаваемые в долях единицы, для угловых нежилых помещений, имеющих две и более наружных стен, добавку в размене  $\beta_{\text{доб.уг}} = 0,05$  к основным теплопотерям вертикальных наружных ограждений этого помещения в качестве множителя к формулам А.2 и А.3 в виде: « $(1 + \beta_{\text{доб}})$ ». В угловых жилых помещениях данную добавку не вводят, а расчетную температуру внутреннего воздуха  $t_v$  принимают на  $2^\circ\text{C}$  выше расчетной.

6. Добавку к трансмиссионным теплопотерям на ориентацию наружных ограждающих конструкций по сторонам света принимают для всех наружных вертикальных ограждений или проекций на вертикаль наружных наклонных ограждений. Величины добавок равны: для северной, северо-восточной, северо-западной, восточной ориентаций  $\beta_{\text{доб.ор}} = 0,1$ ; для юго-восточной и западной ориентаций  $\beta_{\text{доб.ор}} = 0,05$ ; для южной и юго-западной ориентаций  $\beta_{\text{доб.ор}} = 0$ ; в типовых проектах во всех жилых помещениях добавки принимают в размере  $\beta_{\text{доб.тип.ж}} = 0,13$ , в нежилых –  $\beta_{\text{доб.тип.н/ж}} = 0,08$  при одной наружной стене и  $\beta_{\text{доб.тип.н/ж.уг.}} = 0,13$  к основным теплопотерям вертикальных ограждений рассматриваемого помещения.

7. К жилым помещениям относятся спальни, детские, игровые, гостиные, кабинеты, библиотеки, столовые, кухни-столовые. К нежилым помещениям относятся кухни, ванные комнаты, душевые, санузлы, гардеробные, постирочные, кладовые, холлы и коридоры.

А.4 После слов «... по норме подачи воздуха на человека» добавить: «в соответствие с табл. В.2 Минимальные нормы воздухообмена в основных помещениях общественных зданий различного назначения, исключая медицинские учреждения (из ASHRAE 62.1-2016, гармонизированные к российским нормам плотности размещения работающих или учащихся в этих помещениях)».

**В Приложение А добавить следующие пункты:**

А.7 Бытовые тепловые поступления в  $n$ -ом помещении жилого или общественного здания  $Q_{\text{быт.н}}$ , Вт, следует определять по формуле:

$$Q_{\text{быт.н}} = q_{\text{быт}} \cdot A_{\text{ж/пол}}, \quad (\text{А.12})$$

где  $q_{\text{быт}}$  – удельная величина бытовых (технологических) тепловыделений за средний час суток рабочего времени в отопительном периоде, отнесенная к  $\text{м}^2$  жилой площади для жилых зданий или к  $\text{м}^2$  полезной площади помещений для общественных зданий,  $\text{Вт}/\text{м}^2$ ; принимают по таблице А.1, по которой для общественных зданий удельные расчетные внутренние теплопритоки в зависимости от заселенности полезной площади помещений на одного работника (интерполируя величины  $K_{qE}$  и  $q_E$ ) составят:  $q_{\text{быт.оф}} = (Q_P/A_P) \cdot t_{\text{mem}}/t + K_{qE} \cdot (q_E \cdot f_E) \cdot 10^3/(t \cdot 365)$ . Например, для офисов с заселенностью  $10 \text{ м}^2$  полезной площади на человека:  $q_{\text{быт.оф}} = (80/10) \cdot 6/6 + 1,09 \cdot (31,3 \cdot 0,9) \cdot 10^3/(6 \cdot 365) = 22,02 \text{ Вт}/\text{м}^2$ , где  $K_{qE} = 1,09$  – коэффициент, повышающий удельное годовое электропотребление за отопительный период по отношению к годовому.

Для многоквартирных домов рекомендуется принимать в зависимости от расчетной заселенности квартир –  $A_{\text{кв}}/n$  (где  $A_{\text{кв}}$  – площадь квартир,  $n$  – количество жителей в доме) по формуле:  $q_{\text{быт}} = 17 - (A_{\text{кв}}/n - 20) \cdot 7/25$ ;

$A_{\text{ж/пол}}$  – жилая площадь квартир,  $A_{\text{ж}}$ ,  $\text{м}^2$ , или полезная площадь отапливаемых помещений общественного здания,  $A_{\text{пол}}$ ,  $\text{м}^2$ .

Таблица А.1 – Исходные данные для расчета удельной величины среднечасовых бытовых тепловыделений за рабочее время в течение отопительного периода для жилых и общественных зданий различного назначения, в том числе: от людей, электрических приборов, освещения, горячего водоснабжения (последнее только для жилых домов),  $\text{Вт}/\text{м}^2$

Наименование показателя	Здания													
	Одноквартирные	Многokвартирные, категория I	Многokвартирные, категория II	Офисные, категория I	Офисные, категория II	Учебно-воспитательные	Больницы, категория I	Больницы, категория II	Поликлиники	Предприятия обществ. питания	Торгово-бытовые	Спортивные сооружения	Досуговые центры	Склады
Внутренняя заданная температура (холодный период года), °С	20	20	20	20	20	20	21	21	21	20	20	18	20	18
Полезная кондиционируемая площадь на человека (заселенность) $A_{пол}$ , м <sup>2</sup> /чел. <sup>1)</sup>	60	40	20	20	8	10	20	10	10	5	10	20	5	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
Метаболические притоки на обслуживаемую площадь $Q_p/A_{жп}$ , Вт/м <sup>2</sup>	1,2	1,8	3,5	4,0	10	7,0	4,0	8,0	8,0	20	9	5	16	1,0
Время использования метаболического притока в день $t_{мет}$ , ч	12	12	12	6	6	5	16	16	9	3	4	6	3	6
Рабочее время использования помещения в день (среднемесячное) $t$ , ч	24	24	24	6	6	5	16	16	9	10	12	10	5	6
Удельное годовое потребление электрической энергии <sup>2)</sup> на общую кондиционируемую площадь здания $q_E$ , кВт·ч/м <sup>2</sup>	20	27/ 16,4	43/ 26,2	20	33,5	10	30	40	25	30	30	10	20	6
Доля потребления электроэнергии в кондиционируемой части здания, $f_E$	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,7	0,8	0,8	0,7	0,8	0,9	0,8	0,9
Удельные среднечасовые тепловыделения за рабочее время, $q_{быт}$ , Вт/м <sup>2</sup> <sup>3)</sup>	10	11,4	17	13,4	23,8	13,1	8,5	14,0	14,0	13,1	9,8	6,1	20,6	4,1

<sup>1)</sup> Под кондиционируемой площадью понимают общую площадь квартир без летних помещений  $A_{кв}$  – для жилых зданий; полезную площадь всех отапливаемых помещений, исключая лестничные клетки, технические этажи, пандусы и автостоянки,  $A_{пол}$  – для общественных зданий.

<sup>2)</sup> Включая освещение квартир и помещений общественных зданий, пользование электрическими приборами и оборудованием, за исключением потребления электроэнергии для охлаждения и приводов насосов и вентиляторов систем отопления, вентиляции, горячего водоснабжения, устройств автоматического регулирования этих систем, а также перемещения лифтов, эскалаторов и трапаторов. Для МКД – в числителе с электроплитами, в знаменателе с газовыми плитами.

<sup>3)</sup> Для жилых зданий – на м<sup>2</sup> жилой площади, составляющей как правило 0,55 от общей площади квартир, для общественных зданий – на м<sup>2</sup> полезной площади отапливаемых помещений.

При расчете теплопотерь отдельных помещений квартиры с естественной приточной вентиляцией, из расхода теплоты на нагревание наружного воздуха в целом на квартиру сначала вычитается величина бытовых тепловыделений в квартире, и оставшаяся разница распределяется пропорционально площади комнат квартиры, имеющих окна или воздухопропускные клапаны в стенах (кроме жилых комнат, это могут быть кухни, ваннные комнаты с окном) по формуле:

$$Q_{(вент. - быт) ком.i} = (Q_{вент. кварт.} - Q_{быт. кварт.}) \cdot A_{ком.i} / \Sigma A_{комнат с окном} \quad (A.13)$$

где  $Q_{(вент. - быт) ком.i}$  – расход теплоты на нагревание наружного воздуха в  $i$ -той комнате за вычетом бытовых, внутренних теплопоступлений, условно приходящихся на эту комнату, Вт;

$Q_{вент. кварт.}$  – расход теплоты на нагревание наружного воздуха в объеме нормативного воздухообмена в квартире, Вт;

$Q_{быт. кварт.}$  – бытовые (внутренние) теплопоступления в квартиру, Вт;

$A_{ком.i}$  – площадь пола рассчитываемой комнаты, м<sup>2</sup>;

$\Sigma A_{комнат с окном}$  – сумма площадей всех комнат квартиры, имеющих окна или воздухопропускные клапаны наружного воздуха, м<sup>2</sup>.

А.8. Расчетные теплопотери каждой комнаты в квартире с естественным притоком для определения площади нагрева отопительных приборов  $Q_{тп.ком.р.}$ , Вт, следует находить суммированием теплопотерь, полученных по формуле (А.13), и трансмиссионных теплопотерь через наружные ограждения по пункту А.2, с учетом дополнительных потерь, связанных с подбором отопительных приборов, по следующей формуле:

$$Q_{тп.ком.ж..р} = (Q_{(вент. - быт)} + Q_{тр}) \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \quad (A.14)$$

Для общественных зданий расчетные теплопотери каждого отапливаемого помещения с естественным притоком, где постоянно находятся люди, для определения площади нагрева отопительных приборов  $Q_{тп.ком.н/ж..р}$ , Вт, следует находить по формуле:

$$Q_{тп.ком.н/ж..р} = (Q_{тр} + Q_{(вент. - быт)}) \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \quad (A.14a)$$

где в обеих формулах  $Q_{(вент. - быт)}$  – то же, что в формуле (А.13), Вт;

$Q_{тр}$  – то же, что в формулах пункта А.2 для той же комнаты или помещения, Вт;

$Q_{быт}$  – то же, что в формуле (А.12), Вт;

$\beta_1$  – коэффициент учета дополнительных потерь теплоты отопительными приборами у наружных ограждений; принимается по табл. А.2;

Таблица А.2 — Значение коэффициента  $\beta_1$ , учитывающего дополнительные теплопотери отопительными приборами

Отопительный прибор	Коэффициент $\beta_1$ при установке приборов	
	у наружной стены, в т.ч. под световым проемом	у остекления светового проема
Радиаторы		
- чугунный секционный	1,02	1,07
- стальной панельный	1,04	1,10
Конвекторы		
- с кожухом	1,02	1,05
- без кожуха	1,03	1,07

$\beta_2$  – коэффициент запаса в поверхности нагрева отопительных приборов на возможность компенсации теплопотерь через внутренние ограждения смежных помещений, в которых термостаты выставлены на режим сниженного отопления или для возможности интенсивного прогрева помещений перед началом рабочего дня при режиме ночного снижения в общественных зданиях (как правило,  $\beta_2 = 1,0 - 1,2$ ), а также – на прогрев помещений для «сушки» стен в первые годы эксплуатации дома после окончания стр-ва.

А.9 Расчетные теплопотери лестнично-лифтового узла (ЛЛУ) в жилом или общественном здании для определения площади нагрева отопительных приборов  $Q_{mn.ЛЛУ}^P$ , Вт, следует определять суммированием трансмиссионных теплопотерь через наружные ограждения по пункту А.2 и расхода тепла на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха по пункту А.5, включая добавки на врывание холодного воздуха через наружные двери в здание, не оборудованные воздушно-тепловой завесой. При их кратковременном открывании добавка принимается к основным теплопотерям дверей.

В здании высотой  $H$  эта добавка равна:  $\beta_{дв} = 0,2H$  – для тройных дверей с двумя тамбурами между ними,  $\beta_{дв} = 0,27H$  – для двойных дверей с тамбуром между ними,  $\beta_{дв} = 0,34H$  – для двойных дверей без тамбура,  $\beta_{дв} = 0,42H$  – для одинарных дверей. Вращающиеся двери при определении надбавок на врывание холодного воздуха рассматриваются как двойные без тамбура. Наружные ворота при отсутствии тамбура и воздушно-тепловых завес рассчитывают с добавкой  $\beta_{дв} = 3$ , при наличии тамбура у ворот –  $\beta_{дв} = 1$ . Указанные добавки не учитываются для входных дверей в квартиры инвалидов и встроенных в первые этажи нежилых помещений без конкретной технологии, летних, запасных наружных дверей и ворот, а также дверей и ворот, оборудованных воздушными завесами, через которые учитывается только инфильтрация.

А.10 Расчетная нагрузка на систему водяного отопления многоквартирного дома (МКД) и общественного здания с естественным притоком наружного воздуха для вентиляции отапливаемых помещений  $Q_{om}^P$ , кВт, складывается из расчетных теплопотерь всех отапливаемых помещений квартир и общественных зданий при коэффициенте запаса  $\beta_2 = 1,0$ , включая дополнительные потери, связанные с округлением сверх расчетной величины площади нагрева отопительных приборов, выражаемые коэффициентом  $\beta_3$ , а также расчетные теплопотери лестнично-лифтового узла  $Q_{mn.ЛЛУ}^P$  Вт и потери теплоты трубопроводами, проложенными в неотапливаемых помещениях (техподполье, «теплый» чердак и т.д.)  $Q_{mn.тр}$ , Вт, следует определять по формуле:

$$Q_{om}^P = [(\Sigma Q_{mn.кв.} / \beta_2) \cdot \beta_3 + Q_{mn.ЛЛУ} + Q_{mn.тр}] \cdot 10^{-3} \quad (A.15)$$

$$\text{или } Q_{om}^P = [(\Sigma Q_{mn.кв.} / \beta_2) \cdot \beta_3 + Q_{mn.ЛЛУ}] \cdot \beta_4 \cdot 10^{-3} \quad (A.15a)$$

где  $\Sigma Q_{mn.кв.} / \beta_2$  – сумма расчетных теплопотерь всех квартир или отапливаемых помещений, Вт, что оставляет величину в круглых скобках с коэффициентом запаса  $\beta_2 = 1$ ;

$\beta_3$  – коэффициент учета дополнительного теплового потока устанавливаемых отопительных приборов за счет округления сверх расчетной величины, принимается по табл. А.3 при отсутствии термостатов на отопительных приборах; при их наличии  $\beta_3 = 1$ ;

Таблица А.3 — Значение коэффициента  $\beta_3$

Шаг номенклатурного ряда отопительных приборов, кВт	Коэффициент $\beta_3$
0,12	1,02
0,15	1,03
0,18	1,04
0,21	1,06
0,24	1,08
0,3	1,13

Примечание. Для отопительных приборов помещения с номинальным тепловым потоком более 2,3 кВт следует принимать вместо  $\beta_3$  коэффициент  $\beta_3^* = 0,5 \cdot (1 + \beta_3)$ .

$Q_{mn.ЛЛУ}$  – расчетные теплопотери лестнично-лифтового узла, Вт, принимать по п. А.9;

$Q_{mn.тр}$  – дополнительные потери теплоты при остывании теплоносителя в подающих и обратных магистралях, проходящих в неотапливаемых частях здания от места установки домового узла учета тепловой энергии, Вт, следует определять расчетом. Для оценочных расчетов допускается принимать  $Q_{mn.тр}$  в виде добавочного коэффициента к расчетному



расходу теплоты на отопление для односекционного здания  $\beta_4 = 1,05$  и для многосекционного здания  $\beta_4 = 1,07$  (формула 15а).

А.11 При наличии в многоквартирных домах или общественных зданиях с круглосуточным режимом работы (больницы, хосписы, школы-интернаты и др.) механической приточной вентиляцией с централизованным нагревом наружного воздуха в калориферах или секциях подогрева кондиционеров расчетные теплотопотери каждого помещения для определения площади нагрева отопительных приборов  $Q_{mn.пом.}^P$ , Вт, следует определять вычитанием из трансмиссионных теплотопотерь через наружные ограждения по пункту А.2 бытовых тепловыделений по пункту А.7 в рассматриваемом помещении, с учетом дополнительных потерь, связанных с подбором отопительных приборов, по следующей формуле:

$$Q_{mn.пом.}^P = (Q_{тр.пом} - Q_{быт}) \cdot \beta_1 \cdot \beta_2, \quad (A.16)$$

где обозначения те же, что в формулах (А.12 и А.14), в квартирах бытовые тепловыделения определяются в целом на квартиру, а затем делятся по помещениям пропорционально их площади по аналогии с формулой (А.13).

А.12 Расчетная нагрузка на систему водяного отопления таких зданий с механической приточной вентиляцией,  $Q_{om}^P$ , кВт, следует определять по формуле:

$$Q_{om}^P = [(\sum Q_{mn.пом} / \beta_2) \cdot \beta_3 + Q_{mn.ЛЛУ} + Q_{mn.мп}] \cdot 10^{-3}, \quad (A.17)$$

где все обозначения те же, что в формулах (А.15 и А.16)

А.13 Расчетный расход теплоты на нагревание наружного воздуха в механической системе приточной вентиляции  $Q_{вент.пр.}^P$ , кВт, следует определять по формуле:

$$Q_{вент.пр.}^P = 0,28 \cdot L_{вент} \cdot \rho_v \cdot c_v \cdot (t_v - t_n^P) \cdot \beta_{mn.в} \quad (A.18)$$

где  $L_{вент}$  – норма расхода наружного приточного воздуха для вентиляции, м<sup>3</sup>/ч, то же, что в формуле (А.5). В общественных зданиях вентиляционная норма приточного наружного воздуха определяется расчетом или по таблице в соответствии с п. 7.1.4 и обеспечивается, как правило, механической приточной вентиляцией или системой кондиционирования воздуха с добавлением коэффициента  $\beta_{mn.в}$ , учитывающего потери теплоты при транспортировке нагретого, как правило до расчетной температуры воздуха в помещениях, приточного воздуха по воздуховодам. В тех помещениях, где механическая приточная вентиляция с подогревом наружного воздуха отсутствует, приток осуществляется за счет инфильтрации и проветривания, и расход теплоты на нагрев поступающего наружного воздуха учитывается в теплотопотерях, компенсируемых системой водяного отопления и  $\beta_{mn.в} = 1$ ;

$\rho_v, c_v$  – то же, что и в формуле (А.5);

$t_v$  – расчетная температура воздуха в отапливаемых помещениях здания;

$t_n^P$  – расчетная для проектирования систем отопления и вентиляции температура наружного воздуха;

$\beta_{mn.в}$  – коэффициент, учитывающего потери теплоты при транспортировке нагретого приточного воздуха по воздуховодам и с утечками, принимается  $\beta_{mn.в} = 1,1$ .

А.14 Расчетную тепловую нагрузку на систему воздушного отопления, совмещенного с приточной вентиляцией  $Q_{om.возд.}^P$ , кВт, следует определять по формуле:

$$Q_{om.возд.}^P = 0,28 \cdot L_{вент} \cdot \rho_v \cdot c_v \cdot (t_{np} - t_n^P) + Q_{mn.возд.} \quad (A.19)$$

где  $L_{вент}, \rho_v, c_v, t_{np}$ , – то же, что в формуле (А.5);

$t_n^P$  – то же, что в формуле (А.18);

$Q_{mn.возд.}$  – потери теплоты на остывание приточного воздуха в воздуховодах и с утечками, кВт, определяют расчетом с учетом параметров теплоизоляции этих воздуховодов и их плотности на воздухопроницание.

А.15 В системах воздушного отопления, совмещенного с приточной вентиляцией объем воздуха, нагреваемого в системе, как правило, принимается из расчета вентиляционной нормы притока наружного воздуха, а температура его нагрева, °С, в

расчетных условиях определяется исходя из компенсации трансмиссионных потерь отапливаемых помещений за вычетом внутренних тепловыделений по формуле:

$$t_{np} = t_v + (Q_{тр.р} - Q_{быт.р}) / (0,28 \cdot 10^3 \cdot L_{вент} \cdot \rho_v \cdot c_v), \quad (A.20)$$

где  $t_{np}$  – температура приточного воздуха (нагрева в калориферах), °С;

$t_v$  – то же, что в формуле (A.18), °С;

$Q_{тр.р}$ ,  $Q_{быт.р}$  – то же, что в формулах (A.2 и A.12), кВт;

$L_{вент}$ ,  $\rho_v$ ,  $c_v$  – в жилых зданиях то же, что в формуле (A.19); в общественных зданиях вентиляционная норма приточного наружного воздуха  $L_{вент}$ , м<sup>3</sup>/ч, определяется расчетом или по таблице в соответствии с п. 7.1.4

При этом, исходя из санитарно-гигиенических условий температура приточного воздуха, подаваемого в помещения, не должна превышать 70°С. Поэтому, там, где она превышает это значение, в формулу (A.19) подставляют  $t_{np} = 70^\circ\text{C}$  и определяется  $L_{вент.тр.}$ , которое будет выше вентиляционной нормы. В многоквартирных помещениях, обслуживаемых одной установкой воздушного отопления, после нахождения по формуле (A.19) температуры приточного воздуха установки  $t_{np.тр}$  по сумме  $\Sigma(Q_{тр.р} - Q_{быт.р})$  всех помещений, в каждом отдельном помещении, задаваясь этой единой температурой  $t_{np.тр.}$ , пересчитывают  $L_{вент.тр.}$ . Затем, суммируют  $L_{вент.тр.}$  по всем помещениям и, если сумма  $L_{вент.тр.} \geq L_{вент.}$  отличается более чем на 10%, повторяют расчет  $t_{np.тр.}$  и  $L_{вент.тр.}$ .

Примечание. Чтобы не увеличивать величину объема наружного приточного воздуха сверх вентиляционной нормы, в многоэтажных зданиях с прямоточными системами приточной вентиляции там, где величина трансмиссионных теплопотерь на единицу площади пола помещения выше большинства помещений здания (например, на верхнем этаже за счет дополнительных теплопотерь через покрытие или в угловых помещениях по сравнению с рядовыми помещениями, имеющими одну наружную стену), целесообразно компенсировать эти дополнительные теплопотери устройством водяной системы отопления или применять системы с местной рециркуляцией.

A.16 В общественных зданиях с периодическим режимом эксплуатации, но с непрерывным отоплением, расчетная тепловая нагрузка водяной системы отопления будет разной в рабочий и нерабочий период, поскольку в рабочее время  $Q_{от.раб.р}$ , кВт, она будет определяться разностью трансмиссионных теплопотерь и бытовых теплопоступлений по формуле (A.21), а в нерабочее время  $Q_{от.н/раб.р}$ , кВт – будет определяться суммированием расчетных теплопотерь и расхода тепла на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха через закрытые в помещениях окна по формуле (A.22):

$$Q_{от.раб.р} = [(\Sigma Q_{(тр-быт)}_{пом} \cdot \beta_1 \cdot \beta_3 + Q_{мн.ЛЛУ} + Q_{мн.тр}) \cdot 10^{-3}], \quad (A.21)$$

$$Q_{от.н/раб.р} = (\Sigma Q_{(тр+инф)}_{пом} + Q_{мн.ЛЛУ} + Q_{мн.тр}) \cdot 10^{-3}, \quad (A.22)$$

где  $Q_{(тр-быт)}_{пом}$  – расчетные теплопотери помещений общественного здания в рабочий период, Вт, равные разности трансмиссионных теплопотерь по п. A.2 и бытовых тепловыделений по п. A.7;

$Q_{(тр+инф)}_{пом}$  – расчетные теплопотери помещений общественного здания в нерабочий период, Вт, равные сумме трансмиссионных теплопотерь по п. A.2 и расхода тепла на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха через закрытые окна по п. A.5;

$Q_{мн.ЛЛУ}$  и  $Q_{мн.тр}$  – то же, что в формуле (A.15), Вт;

$\beta_1$  и  $\beta_3$  – то же, что в таблицах A.2 и A.3.

Очевидно, что расчетная тепловая нагрузка водяной системы отопления в рабочее время ниже, чем в нерабочий период, но целесообразно ли поддерживать рабочую температуру в период, когда люди в помещениях отсутствуют? (поэтому в формуле (A.22) повышающие коэффициенты  $\beta_1$  и  $\beta_3$  уже исключены).

Далее, в целях энергосбережения рекомендуется принимать расчетную нагрузку системы отопления общественного здания с периодическим режимом работы исходя из режима рабочего времени по формуле (A.21). В нерабочее время продолжать регулировать подачу теплоты на отопление централизованно по графику рабочего периода с учетом его

снижения из-за бытовых теплопоступлений, постоянно не догревая помещения, что допустимо при отсутствии в них людей (п. 5.2 настоящего документа). За час до начала работы в регулятор поступает команда на открытие регулирующего клапана, блокирующая сигнал от датчика температуры наружного воздуха, в систему отопления поступает увеличенный расход теплоты (режим натопа), по прошествии искомого времени команда на открытие клапана отменяется, регулирование отопления продолжается в режиме рабочего времени.

## II. Методика расчета графиков регулирования подачи теплоты в системы отопления

А.17 При построении температурных графиков центрального регулирования подачи тепловой энергии на отопление в индивидуальном тепловом пункте согласно приложению 18 СП 41-101-95 необходимо знать алгоритм изменения относительного расхода тепловой энергии на отопление в зависимости от температуры наружного воздуха, который может отличаться для зданий разного назначения.

Графики изменения относительного расхода тепловой энергии на отопление  $\bar{Q}_{от}$  в зависимости от температуры наружного воздуха  $t_n$  для разного типа потребителей и способов автоматического регулирования приведены на рисунке А.1.

А.18 Для стандартного графика регулирования подачи теплоты в систему отопления, при котором не учитывают того, что с повышением температуры наружного воздуха доля бытовых теплопоступлений в тепловом балансе дома возрастает (рисунок А.1, линия 1), относительный расход тепловой энергии на отопление  $\bar{Q}_{om.cm}$  будет

$$\bar{Q}_{om.cm} = Q_{om} / Q_{om}^{p.mp} = (t_b - t_n) / (t_b - t_n^p), \quad (A.23)$$

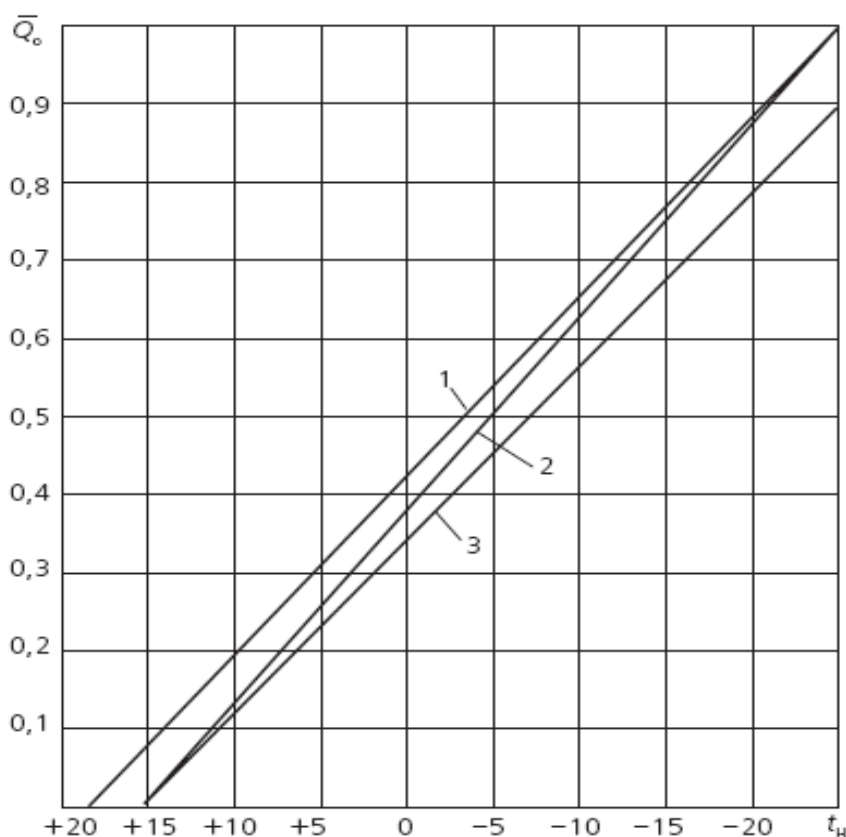


Рисунок А.1 Графики изменения относительного расхода тепловой энергии на отопление  $\bar{Q}_{от}$  в зависимости от температуры наружного воздуха  $t_n$  для разных режимов автоматического регулирования подачи теплоты на отопление: 1 – стандартный проектный по формуле (А.23); 2 – оптимизированный с учетом увеличивающейся доли бытовых

теплопоступлений в тепловом балансе здания с повышением температуры наружного воздуха, по формуле (А.24); 3 – то же, что и предыдущий график, но еще и с учетом выявленного запаса тепловой мощности системы отопления (на рисунке в 10 %).

где  $Q_{om}$  – расход тепловой энергии на отопление при текущей температуре наружного воздуха  $t_n$ , кВт;

$Q_{om}^{p.mp}$  – расчетный расход тепловой энергии на отопление при расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления  $t_n^p$ , кВт;

$t_b$  – расчетная температура внутреннего воздуха в здании, °С;

$t_n$  – текущая температура наружного воздуха, °С;

$t_n^p$  – расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления, °С.

А.19 Для оптимизированного графика регулирования подачи теплоты в систему отопления, при котором учитывают увеличение доли бытовых теплопоступлений в тепловом балансе здания с повышением температуры наружного воздуха, за счет чего можно сократить подачу тепловой энергии на отопление по сравнению с величиной, определенной по формуле (А.23), относительный расход тепловой энергии на отопление  $\bar{Q}_{om.onm}$  определяют по формуле (А.24).

$$\bar{Q}_{om.onm} = (1 + Q_{быт}^p / Q_{om}^{p.mp}) \cdot (t_b - t_n) / (t_b - t_n^p) - Q_{быт}^p / Q_{om}^{p.mp}, \quad (\text{А.24})$$

где  $Q_{om}^{p.mp}$  – то же, что в формуле (А.23);

$Q_{быт}^p$  – среднечасовые за отопительный период теплопоступления, включая бытовые (технологические) тепловыделения в здание, Вт;

$t_b, t_n, t_n^p$  – то же, что в формуле (А.23).

А.20 Для определения температуры наружного воздуха, при которой следует прекращать отопление, уравнение (А.24) приравнивается нулю и из него находится  $t_n$  при  $\bar{Q}_{om.onm} = 0$  – 2-я реперная точка для построения графика:

$$t_{n.при} \bar{Q}_{om.onm}=0 = (t_b + t_n^p \cdot Q_{быт} / Q_{om}^{p.mp}) / (1 + Q_{быт} / Q_{om}^{p.mp}) \quad (\text{А.25})$$

Первая реперная точка – это расчетный расход тепловой энергии на отопление,  $Q_{om}^{p.mp}$ , при расчетной для проектирования отопления температуре наружного воздуха,  $t_n^p$ . Если по уравнению (А.23) график приходит в ноль относительного расхода теплоты при  $t_n = 18-20$  °С, то по уравнению (А.24) в зависимости от степени утепления здания и соотношения  $Q_{быт}^p / Q_{om}^{p.mp}$  график приходит в ноль при температурах наружного воздуха 12-15 °С. Переход на график по уравнению (А.24) для домов муниципального типа с заселенностью 20-25 м<sup>2</sup>/человека позволяет получить годовую экономию теплоты от 15 до 20 %.

А.21 Исходя из изменения доли бытовых теплопоступлений в тепловом балансе жилого или общественного здания в зависимости от температуры наружного воздуха, следует пересмотреть традиционную формулу пересчета фактически измеренного расхода тепловой энергии  $Q_{om.ф}$ , потребленного системой отопления в какой-то период времени  $z_{фн}$ , на нормализованный отопительный период (НОП), используемую при эксплуатации и означаемую графиком 1 на рис. И.1, построенным из расчета, что  $Q_{om} = 0$  при  $t_n = 18$  °С:

$$Q_{om.ф.ноп} \text{ для } Q_{om}=0 \text{ при } t_n=18^\circ\text{C} = Q_{om.ф} \cdot ГСОП_{ноп} / [(t_b - t_{н.ср.фн}) \cdot z_{фн}]. \quad (\text{А.26})$$

При регулировании подачи теплоты в дом по оптимизированному графику, изображенному линией 2 на рис. А.1, пересекающий нулевой расход теплоты при температуре  $t_n < 18$  °С, для пересчета фактически измеренного расхода тепловой энергии на нормализованный отопительный период в формулу (А.26) вводится коэффициент пересчета НОП  $K_{пер.ноп}$ , равный отношению удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, пересчитанного на нормализованный отопительный период при средней температуре наружного воздуха измеряемого периода, к такому же расходу, определенному при средней за нормализованный отопительный период наружной температуре, приведенный в таблице А.5, по формуле (А.27):

$$Q_{от.ф.нор.} \text{ для } Q_o=0 \text{ при } t_n < 18^\circ\text{C} = Q_{от.ф.} \cdot ГСОП_{нор.} / [(t_e - t_{н.ср.фн}) \cdot z_{фн}] / K_{пер.нор.}, \quad (\text{A.27})$$

Здесь  $Q_{от.ф.нор.}$  – фактически измеренный расход тепловой энергии на отопление за период измерения (за весь отопительный период или часть его), пересчитанный на нормализованный отопительный период, в Гкал;

$Q_{от.ф.}$  – фактически измеренный расход тепловой энергии на отопление за период измерения  $z_{фн}$ , Гкал;

$ГСОП_{нор.}$  – градусо-сутки нормализованного отопительного периода, принимать по формуле (5.2) СП 50.13330 с учетом табл.3.1 СП 131.13330; для Москвы по СНиП 23-01–99\*, поскольку расчет выполняется по испытаниям 2009-10 г.г.,  $ГСОП = (t_e - t_{н.ср.нор.}) \cdot z_{нор.} = (20+3,1) \cdot 214 = 4943$  градусо-суток;

$t_e$  – расчетная температура внутреннего воздуха в здании,  $t_e = 20^\circ\text{C}$ ;

$t_{н.ср.нор.}$  – средняя температура наружного воздуха нормализованного отопительного периода, для Москвы  $t_{н.ср.нор.} = -3,1^\circ\text{C}$ ;

$z_{нор.}$  – длительность нормализованного отопительного периода, в сутках, для Москвы  $z_{нор.} = 214$  суток;

$t_{н.ср.фн}$  – средняя температура наружного воздуха за фактический период измерения;

$z_{фн}$  – длительность фактического периода измерения, в сутках.

Таблица А.5. Значения коэффициента пересчета на нормализованный отопительный период измеренного расхода тепловой энергии  $K_{пер.нор.}$  в формуле (А.27) при разных из диапазона средних температур наружного воздуха (от -10 до +2 °С) для  $ГСОП_{нор.} = 4943$  градусо-суток и  $t_{н.ср.нор.} = -3,1^\circ\text{C}$ , также  $ГСОП_{нор.} = 4551$  градусо-суток и  $t_{н.ср.нор.} = -2,2^\circ\text{C}$ .

$t_{н.ср.}, ^\circ\text{C}$	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2,2	-1	0	+1	+2
$K^*_{пер.нор.}$	1,12	1,11	1,09	1,08	1,06	1,04	1,02	1,0	0,98	0,95	0,92	0,89	0,85
$K^{**}_{пер.нор.}$	1,15	1,13	1,12	1,10	1,08	1,06	1,04	1,02	1,0	0,97	0,94	0,90	0,87

Примечание. \* для  $ГСОП_{нор.} = 4\,943$  градусо-суток; \*\* для  $ГСОП_{нор.} = 4\,551$  градусо-суток.

А.22 При выявлении несоответствия фактической производительности системы отопления  $Q_{от.р.нр.}$  (проектный расчетный расход тепловой энергии на отопление, на который подобраны отопительные приборы; принимают из проекта или по результатам фактических испытаний) требуемому расчетному расходу тепловой энергии на отопление  $Q_{от.р.мп.}$  (определяют согласно разделу 9 стандарта СТО НОП 2.1.2014 Требования к содержанию и расчету показателей энергетического паспорта проекта жилого и общественного здания) необходимо рассчитать новые значения расчетных температур воды в подающем и обратном трубопроводах системы отопления. Выразив отношение фактической производительности системы отопления к требуемому расходу тепловой энергии на отопление из энергетического паспорта проекта конкретного здания в виде коэффициента запаса поверхности нагрева отопительных приборов  $K_{зап} = Q_{от.р.нр.} / Q_{от.р.мп.}$ , определяют требуемые значения температур воды в подающем  $t_{o1mp}, ^\circ\text{C}$ , и обратном  $t_{2mp}, ^\circ\text{C}$ , трубопроводах системы отопления соответственно по формулам

$$t_{o1mp} = t_{в.мин} + 0,5(\tau_{o1} - \tau_2) \frac{\overline{Q_{от}}}{K_{зап}} + \left( \frac{\tau_{o1} + \tau_2}{2} - t_{в.мин} \right) \left( \frac{\overline{Q_{от}}}{K_{зап}} \right)^{\frac{1}{1+m}}; \quad (\text{A.28})$$

$$t_{2mp} = t_{o1mp} - (\tau_{o1} - \tau_2) \frac{\overline{Q_{от}}}{K_{зап}}, \quad (\text{A.29})$$

где  $t_{в.мин}$  – минимальная из допустимых температур внутреннего воздуха, °С; принимают по ГОСТ 30494-2011;

$\tau_{o1}$  – расчетная температура теплоносителя в подающем трубопроводе отопления, °С;

$\tau_2$  – расчетная температура теплоносителя в обратном трубопроводе, °С;

$\bar{Q}_{от}$  – относительный расход тепловой энергии на отопление; принимают по формулам (А.23) или (А.24) в зависимости от назначения здания;

$m$  – показатель степени в формуле изменения коэффициента теплопередачи отопительного прибора принимают по рис. А.2 и А.3; на практике принимают  $m = 0,25$ .

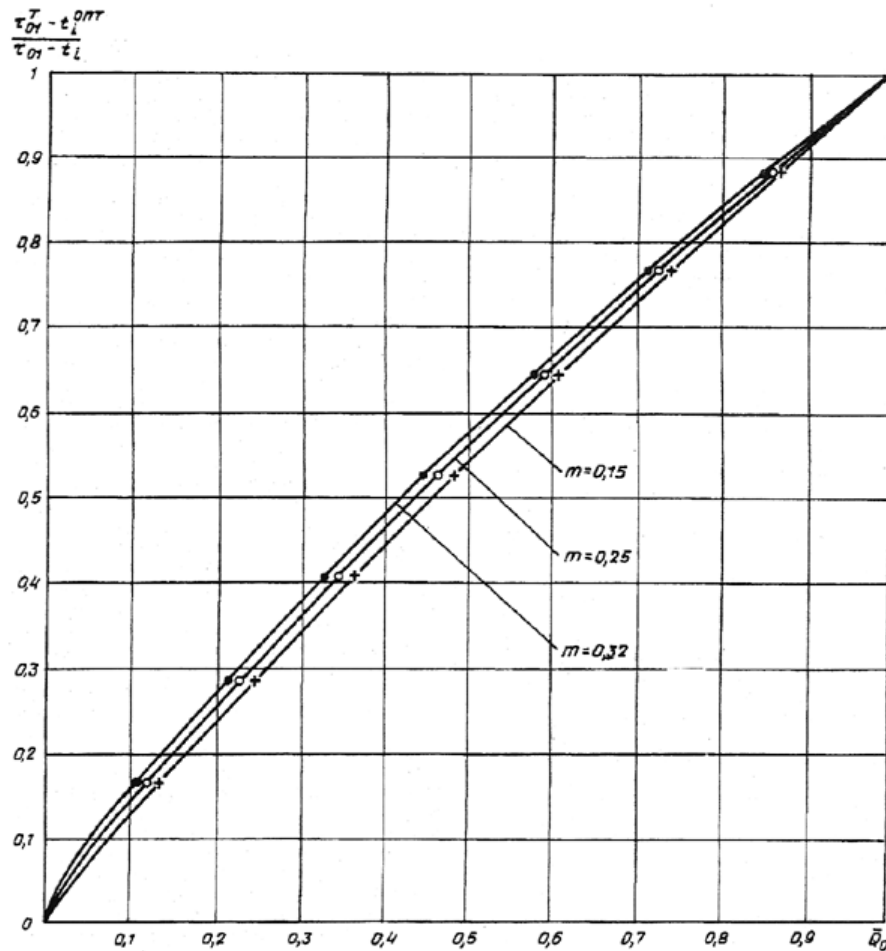


Рис. А.2. Графики изменения температурного критерия системы отопления по температуре воды в подающем трубопроводе  $(\tau_{01}^T - t_{i,от}) / (\tau_{01} - t_{i,от})$  для различных значений показателя степени « $m$ » и при постоянной циркуляции теплоносителя в системе.

На рис. А.2 и А.3 представлены графики изменения относительной температуры воды в подающем  $(\tau_{01}^T - t_{i,от}) / (\tau_{01} - t_{i,от})$  и обратном  $(\tau_2^T - t_{i,от}) / (\tau_2 - t_{i,от})$  трубопроводах систем отопления с постоянной циркуляцией воды (температурного критерия системы отопления) в зависимости от относительного теплового потока на отопление  $\bar{Q}_{от}$ , с учетом возможных значений показателя степени  $m$  в формуле коэффициента теплопередачи отопительного прибора (здесь и далее с индексом "Т" - значения температур при текущей температуре наружного воздуха).

Криволинейность графиков температур зависит от типа отопительных приборов и способов прокладки стояка. Так, в системах отопления с замоноличенными стояками и конвекторами «Прогресс»  $m = 0,15$ , с чугунными радиаторами  $m = 0,25$ , в системах отопления с конвекторами «Комфорт» и открыто проложенными стояками  $m = 0,32$ .

Используя эти графики, находят искомую температуру воды в подающем или обратном трубопроводе при различных температурах наружного воздуха: для требуемой  $t_n$  находят по формулам (А.30) и (А.31) или из графика рис. А.1 – относительный расход теплоты на отопление  $\bar{Q}_{от}$ , а по нему – из графиков рис. А.2 или А.3 – температурный критерий. Затем по нижеперечисленным формулам - искомую температуру воды:

$$\tau_{o1}^T = t_e + [(\tau_{o1}^T - t_e) / (\tau_{o1} - t_e)] (\tau_{o1} - t_e), \quad (\text{A.30})$$

$$\tau_2^T = t_e + [(\tau_2^T - t_e) / (\tau_2 - t_e)] (\tau_2 - t_e). \quad (\text{A.31})$$

Для определения значений требуемых температур при расчетной для проектирования отопления температуре наружного воздуха  $t_n^p$  необходимо подставить  $\bar{Q}_{от} = 1$ .

При завышении поверхности нагрева отопительных приборов, например, на 20 % параметры теплоносителя, циркулирующего в системе отопления, составляют в расчетных условиях 84–63 °С вместо 95–70 °С.

А.23 Расчетный расход теплоносителя, м<sup>3</sup>/ч, циркулирующий в системе отопления, следует определять из уравнения (А.32):

$$G_{om}^p = 3600 \cdot Q_{om}^p \cdot 10^{-3} / (t_{o1mp}^p - t_{2mp}^p) / (\rho_{вод} \cdot c_{вод}), \quad (\text{A.32})$$

где  $G_{om}^p$  – расчетный расход теплоносителя, м<sup>3</sup>/ч;

$Q_{om}^p$  – расчетная тепловая нагрузка на систему отопления, кВт, следует определять по формулам (А.15, А.17, А.21);

$t_{o1mp}^p, t_{2mp}^p$  – то же, что и в формулах (А.28) и (А.29)  $t_{o1mp}, t_{2mp}$ , получаемые после подстановки  $\bar{Q}_{от} = 1$ ;

$\rho_{вод}$  – плотность воды, равная 1 кг/л;

$c_{вод}$  – удельная теплоемкость воды, равная 4,19 кДж/(кг·°С).

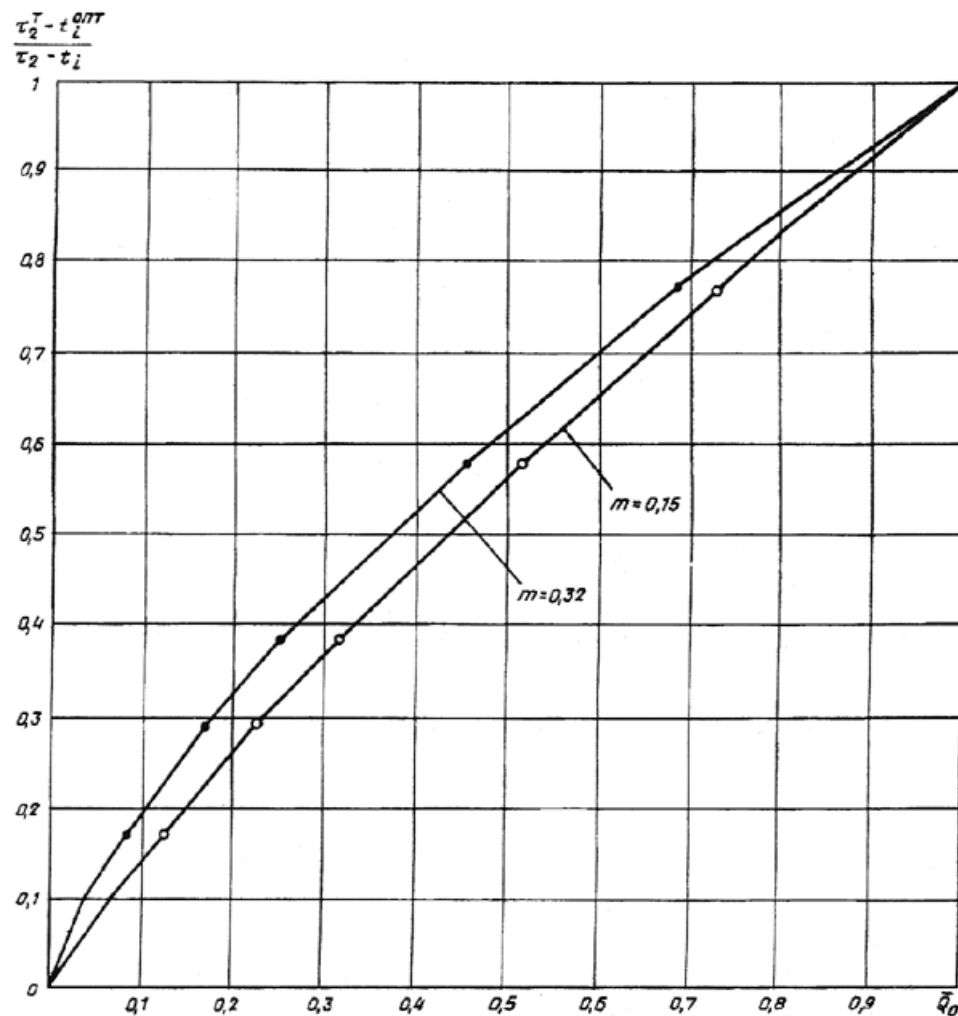


Рис. А.3. Графики изменения температурного критерия системы отопления по температуре воды в обратном трубопроводе  $(\tau_2^T - t_e) / (\tau_2 - t_e)$  при постоянной циркуляции воды в системе (для упрощения:  $t_i$  и  $t_i^{опт}$  – это то же, что  $t_e$  из формулы А.23).

### **Предлагаемые изменения в тексте СП 60.13330.2020 (даны курсивом):**

Пункт 5.1 а) вернуть текст из предыдущей редакции СП 60.13330.2016: «5.1 Параметры микроклимата при отоплении и вентиляции помещений ... следует принимать: а) в холодный период года в обслуживаемой зоне жилых помещений температуру воздуха – *минимальную из оптимальных температур по ГОСТ 30494*;». В этом ГОСТе приводится диапазон комфортной температуры 20-22 °С, и в качестве расчетной для проектирования систем отопления и вентиляции должна быть принята одна конкретная температура воздуха. До 1997 г. она был принята 18 °С, в изменениях к СНиП 2.04.05-91\* была установлена 20 °С, обоснованных предложений по ее увеличению не поступало.

Пункт 6.1.2 – заменить концовку 1-го предложения на: «... а также автоматическое регулирование *подачи теплоты в системы отопления в зависимости от изменения температуры наружного воздуха с учетом увеличивающейся доли бытовых теплопоступлений в тепловом балансе дома с повышением наружной температуры и учетом выявленного запаса тепловой мощности системы отопления.*»

Пункт 6.2.3 – заменить указанное значение разности температур воздуха в 3 °С на 4 °С, поскольку не превышение разности температур в 3 °С было указано в предыдущей редакции СНиП 2.04.05-91\*, когда, как уже приводилось в замечаниях к пункту 5.1, расчетная температура воздуха в жилых помещениях была принята 18 °С, а в лестничной клетке 16 °С, что позволяло не учитывать теплообмен через внутреннюю стену, разграничивающую эти помещения. И это было правильно, теперь, когда значение расчетной температуры воздуха в жилых помещениях было поднято до 20 °С, а в лестничной клетке остались те же 16 °С, сохранение той же допустимой разности температур не выше 3 °С между этими помещениями потребует учитывать потери теплоты через внутреннюю стену между ними, что не логично по сравнению с предыдущим опытом.

Пункт 6.2.8 – исключить первый абзац: «Отопление лестничных клеток следует проектировать с учетом результатов расчета сопротивления теплопередаче внутренних стен, отделяющих лестничную клетку от жилых и других помещений». Содержание этого абзаца противоречит предложенным изменениям в пункте 6.2.3 и усложняет проектирование.

Раздел 13 изменить название на: «*Энергетическая эффективность зданий, систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха*».

Пункт 13.1 записать 2-й абзац в следующей редакции: «В проектной документации должно быть предусмотрено *повышение тепловой защиты зданий в соответствии с таблицей М.1 Приложения М* и оснащение зданий и сооружений приборами *регулирования и учета используемых энергетических ресурсов*.»

Пункт 13.2 записать в следующей редакции согласно изменениям к постановлению Правительства РФ №18 от 25.01.2011г, утвержденных ППРФ № 603 от 20 мая 2017г.:

«13.2 *Энергоэффективность зданий характеризуется достигнутыми в процессе проектирования следующими показателями:*

*а) показатель удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию для всех типов зданий;*

*б) для многоквартирных домов также показатель суммарного удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и электрической энергии, потребляемой в квартирах и на общедомовые нужды;*

*в) показатель удельного годового расхода энергетических ресурсов на охлаждение (включая кондиционирование).»*

Вставить дополнительные пункты 13.3 - 13.8 следующего содержания:



«13.3 Показатель удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий, отнесенный к 1 м<sup>2</sup> отапливаемой площади пола квартир или полезной площади пола отапливаемых помещений общественных зданий [или к 1 м<sup>3</sup> отапливаемого объема этих помещений при высоте этажа от пола до потолка более 3,6 м],  $q_{от+вент.}^{год.расч}$ , Вт·ч/(м<sup>2</sup>·°С·сут) или [Вт·ч/(м<sup>3</sup>·°С·сут)], определяется по Приложению М данного СП. Этот показатель должен быть меньше или равен нормируемому значению  $q_{от+вент.}^{год.нр}$ , Вт·ч/(м<sup>2</sup>·°С·сут) или [Вт·ч/(м<sup>3</sup>·°С·сут)], и определяться путем выбора теплозащитных свойств ограждающих конструкций здания, объемно-планировочных решений, ориентации здания по сторонам света и эффективностью авторегулирования используемой системы отопления и вентиляции, а также применением других энергосберегающих решений, до удовлетворения условия

$$q_{от+вент.}^{год.расч} \leq q_{от+вент.}^{год.нр} \quad (13.1)$$

где  $q_{от+вент.}^{год.нр}$  – нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период, определяемый для многоквартирных домов в кВт·ч/м<sup>2</sup> по таблице М.2 Приложения М. Для многоквартирных домов и общественных зданий различного назначения – в Вт·ч/(м<sup>2</sup>·°С·сут) или [Вт·ч/(м<sup>3</sup>·°С·сут)], по таблицам М.3 и М.4 того же Приложения М.

13.4 Для оценки достигнутой в проекте здания тепловой энергоэффективности (по показателю ожидаемого удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период), а в эксплуатируемых многоквартирных домах еще и по показателю суммарного удельного энергопотребления на отопление, вентиляцию, кондиционирование (охлаждение), горячее водоснабжение, использования электрической энергии на освещение, бытовые приборы и кухонное оборудование в квартирах и для общедомового инженерного и лифтового оборудования, установлены классы энергетической эффективности зданий.

13.5 Обозначение класса энергетической эффективности зданий, строений, сооружений осуществляется латинскими буквами по шкале от А до G по величине отклонения показателя удельного годового расхода энергетических ресурсов от базового показателя согласно следующей таблице 13.1.

Таблица 13.1 Классы энергетической эффективности зданий

Обозначение класса энергетической эффективности	Наименование класса энергетической эффективности	Величина отклонения значения расчетного (фактического) удельного годового расхода энергетических ресурсов от базового уровня, %
с 2050 A++++	Наивысший ++++	от - 90 и ниже
с 2045 A+++	Наивысший +++	от - 80 до - 90
с 2040 A++	Наивысший ++	от - 70 до - 80
с 2035г. A+	Наивысший +	от - 60 до - 70
с 2030г. A	Очень высокий	от - 50 до - 60
с 2025г. B	Высокий	от - 40 до - 50
с 2021г. C	Повышенный	от - 25 до - 40
с 2000г. D	<u>Нормальный</u>	<u>от 0 до - 25</u>
E	Пониженный	от + 35 до 0
F	Низкий	от + 70 до + 35
G	Очень низкий	выше +70

Величину отклонения  $\delta$ , %, определяют по формуле

$$\delta = (q_{от+вент.}^{год.расч} - q_{от+вент.}^{год.баз}) \cdot 100 / q_{от+вент.}^{год.баз}, \quad (13.2)$$

где  $q_{от+вент.}^{год.расч}$  – расчетный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию, кВт·ч/м<sup>2</sup>, определяемый по Приложению М настоящего СП; Если базовый (нормируемый) расход тепловой энергии представлен в Вт·ч/(м<sup>2</sup>·°С·сут)

или  $[\text{Вт}\cdot\text{ч}/(\text{м}^3\cdot^\circ\text{C}\cdot\text{сут})]$ , то расчетный расход в  $\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$  надо умножить на 1000 и разделить на ГСОП региона строительства, и только после этого сравнивать с базовым расходом;

$q_{\text{от+вент.год.баз}}$  – базовый удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию,  $\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$  принимают для многоквартирных домов по табл. М.1, Приложения М, для многоквартирных домов и общественных зданий в  $\text{Вт}\cdot\text{ч}/(\text{м}^2\cdot^\circ\text{C}\cdot\text{сут})$  [ $\text{Вт}\cdot\text{ч}/(\text{м}^3\cdot^\circ\text{C}\cdot\text{сут})$ ] принимают по таблицам М.2 и М.3 того же Приложения М.

13.6 При соответствии класса энергетической эффективности проекта здания требуемому полученный показатель тепловой энергетической эффективности и достигнутый класс энергетической эффективности записывают в энергетический паспорт проекта здания, форма и содержание которого приводится в стандарте НОП (ныне НОПРИЗ) СТО НОП 2.1.2014 «Требования к содержанию и расчету показателей энергетического паспорта проекта жилого и общественного здания».

13.7 Для общественных зданий после проверки соответствия уровня энергетической эффективности теплозащиты, с целью регламентации расхода потребляемой тепловой энергии на вентиляцию исходя из проектной производительности системы, выполняют расчеты, заменяя задаваемые величины расхода наружного приточного воздуха, принятыми в проекте значениями в соответствии с рекомендациями Приложения Н настоящего СП.

13.8 Для обеспечения в условиях эксплуатации комфортного микроклимата в помещениях при расчётном теплоснабжении системой отопления здания необходимо установить фактический запас в поверхности нагрева отопительных приборов, вызванный особенностями использования теплового баланса помещения при подборе этого оборудования, пересчитать расчетные параметры теплоносителя, циркулирующего в системе отопления в соответствии с Приложением А настоящего СП».

Бывший п.13.3 станет 13.9 (с соответствующим изменением нумерации последующих за ним пунктов) и внести дополнительную вставку после 1-го абзаца:

*«- применения в ИТП или АУУ (при теплоснабжении от ЦТП или квартальной котельной) автоматического регулирования подачи теплоты в систему отопления в зависимости от изменения температуры наружного воздуха с учетом увеличивающейся доли бытовых теплопотуплений в тепловом балансе дома с повышением наружной температуры и учетом выявленного запаса тепловой мощности системы отопления; в общественных зданиях с периодическим режимом работы - с автоматическим отключением подачи теплоты в нерабочее время, с контролем снижения температуры воздуха в помещении не ниже допускаемого по п. 5.2 и последующим «натопом» для обеспечения расчетной температуры воздуха в помещениях перед началом работы; далее по тексту: «применение вентиляционного и холодильного оборудования ...».*

Добавить следующие пункты, связанные с энергоэффективностью, в раздел 3 «Термины и определения»:

**3.1.33 тепловая энергетическая эффективность здания:** показатель минимального теплоснабжения зданием, обеспечиваемое нормативные параметры внутреннего воздуха по температуре и воздухообмену в отапливаемых помещениях, характеризуемый удельным годовым расходом тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за нормализованный отопительный период.

**3.1.34 удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания:** количество тепловой энергии, необходимое для поддержания в здании нормируемых по соответствующим сводам правил в зависимости от назначения здания температуры и воздухообмена за отопительный период, отнесенное к единице площади квартир или полезной площади помещений здания, или объема этих помещений при высоте этажа от пола до потолка более 3,6 м.



<b>Административные здания</b>								
Офисные помещения конструкторского бюро <sup>1)</sup>	9	1,08	5	30	<b>1,5</b>	17	15	<b>2,5</b>
Офисные помещения служб управления <sup>1)</sup>	9	1,08				25	13	<b>3,25</b>
Кабинеты начальников отдела, главных специалистов <sup>2)</sup>	9	1,08				11	19	<b>2,1</b>
Комнаты отдыха	9	1,08	50	11	<b>5,5</b>	50	11	<b>5,5</b>
Переговорные, комнаты для собраний <sup>3)</sup>	9	1,08	30	12	<b>3,6</b>	22	14	<b>3,1</b>
Серверные	9	1,08	60	11	<b>6,6</b>	60	11	<b>6,6</b>
Зоны регистрации посетителей	9	1,08	30	13	<b>3,9</b>	30	13	<b>3,9</b>
Вестибюль	9	1,08	10	20	<b>2,0</b>	10	20	<b>2,0</b>
<b>Здания общественного назначения</b>								
Лекционный зал (фиксированные места)	13,5	1,08	150	14	<b>21</b>	150	14	<b>21</b>
Помещения религиозных собраний	9	1,08	120	10	<b>12</b>	120	10	<b>12</b>
Зал для работы законодательных органов	9	1,08	50	11	<b>5,5</b>	50	11	<b>5,5</b>
Читальный зал библиотеки <sup>4)</sup>	9	2,16	10	30	<b>3,0</b>	42	14	<b>5,9</b>
Помещения ожидания для посетителей при кол-ве до 10 человек <sup>5)</sup>	13,5	1,08	150	14	<b>20</b>	50	16	<b>8</b>
То же при единовременном кол-ве посетителей до 20 человек	13,5	1,08				67	15	<b>10</b>
То же на каждого последующего более 20	13,5	1,08	100	15	<b>15</b>	100	15	<b>15</b>
Вестибюли зданий общественного назначения	9	1,08	150	10	<b>15</b>	150	10	<b>15</b>
Детские музеи	13,5	2,16	40	19	<b>7,6</b>	40	19	<b>7,6</b>
Музеи, галереи	13,5	1,08	40	17	<b>6,8</b>	40	17	<b>6,8</b>
<b>Учебные заведения (ДОУ, школы, ПТУ, ВУЗы)***</b>								
ДОУ до 3 лет: игровая комната <sup>6)</sup>	18	3,24	25	31	<b>7,8</b>	40	26	<b>10,4</b>
То же: спальня <sup>7)</sup>	18	3,24				55	24	<b>13,2</b>
ДОУ от 3 до 7 лет: игровая комната <sup>6)</sup>	18	3,24	25	31	<b>7,8</b>	50	24	<b>12</b>
То же: спальня <sup>7)</sup>	18	3,24				50	24	<b>12</b>
Спальная-игровая для учащихся 1-го класса школ с продленкой <sup>8)</sup>	18	2,16	25	27	<b>6,8</b>	40	23	<b>9,2</b>
Спальные комнаты в интернатах при школах <sup>8)</sup>	18	2,16				25	27	<b>6,8</b>
Классы-кабинеты школ: при фронтальных формах занятий <sup>8)</sup>	18	2,16	35	24	<b>8,0</b>	40	23	<b>9,2</b>
То же при смешанных формах занятий	18	2,16				33	25	<b>8,3</b>
То же при групповых формах занятий	18	2,16				29	26	<b>7,5</b>
То же при изучении естественных наук	18	2,16				33	25	<b>8,3</b>

Лаб. профессионально-технического и специального профиля в ПТУ <sup>9)</sup>	18	3,24	25	31	<b>7,8</b>	40	26	<b>10,4</b>
То же в высших учебных заведениях	18	3,24	25	31	<b>7,8</b>	25	31	<b>7,8</b>
Научные лаборатории	18	3,24	25	31	<b>7,8</b>	17	37	<b>6,3</b>
Компьютерный класс, кабинет информатики и вычислительной техн.	18	2,16	25	27	<b>6,8</b>	22	28	<b>6,2</b>
Кабинеты черчения, курсового и дипломного проектирования <sup>9)</sup>	18	2,16				40	23	<b>9,2</b>
То же в высших учебных заведениях	18	2,16				28	26	<b>7,3</b>
Дерево и металлообрабатывающая мастерская	18	3,24	20	34	<b>6,8</b>	13	43	<b>5,6</b>
Художественный класс	18	3,24	20	34	<b>6,8</b>	20	34	<b>6,8</b>
Лингафонный кабинет в школах и ПТУ <sup>9)</sup>	18	2,16				40	23	<b>9,2</b>
То же в высших учебных заведениях	18	2,16				33	22	<b>7,3</b>
Лекционный класс до 75 мест в гимназиях и лицеях <sup>9)</sup>	13,5	1,08	65	15	<b>10</b>	100	15	<b>15</b>
Аудитории в школах с кол-вом мест: от 12 до 15 <sup>9)</sup>	13,5	1,08				40	16	<b>6,4</b>
То же от 16 до 25	13,5	1,08				45	16	<b>7,2</b>
То же от 26 до 30	13,5	1,08				56	15	<b>8,4</b>
То же в ПТУ с количеством мест 50-150	13,5	1,08				83	15	<b>12,5</b>
То же в высших учебных заведениях с количеством мест 50-75	13,5	1,08				67	15	<b>10</b>
То же 76-100	13,5	1,08				77	15	<b>11,5</b>
То же 101-150	13,5	1,08				83	15	<b>12,5</b>
То же 151-350	13,5	1,08				91	15	<b>13,7</b>
То же 351 и более	13,5	1,08				100	15	<b>15</b>
Медиа центр	18	2,16	25	27	<b>6,8</b>	25	27	<b>6,8</b>
Музыка /театр /танцы	18	1,08	35	21	<b>7,3</b>	35	21	<b>7,3</b>
<b>Исправительные учреждения</b>								
камера	9	2,16	25	18	<b>4,5</b>	40	14	<b>5,6</b>
комната свиданий	9	1,08	30	13	<b>3,9</b>	30	13	<b>3,9</b>
помещения охраны	9	1,08	15	16	<b>2,4</b>	15	16	<b>2,4</b>
комната ожидания	13,5	1,08	50	16	<b>8</b>	50	16	<b>8</b>
<b>Гостиницы, общежития, hostels</b>								
Номера для проживания в гостиницах <sup>10)</sup>	9	1,08	10	20	<b>2</b>			
Одноместные категории до 2-х звезд включительно	9	1,08				11	21	<b>2,3</b>
То же категории 3 звезды	9	1,08				8	22	<b>2,3</b>
То же категории 4 звезды и выше	9	1,08				7	25	<b>1,8</b>

Двухместные категории до 2-х звезд включительно	9	1,08				8	22	1,8
То же категории 3 звезды	9	1,08				7	25	1,8
То же категории 4 звезды и выше	9	1,08				6	26	1,8
Многочестные в гостиницах и общежитиях	9	1,08				17	15	1,6
Жилые комнаты в хостелах с 2-х ярусными кроватями <sup>11)</sup>	9	2,16				50	13	2,6
То же с 1-но ярусными кроватями	9	1,08				25	13	6,5
Казармы	9	1,08	20	14	2,8	20	14	2,8
Прачечные	9	2,16	10	31	3,1	10	31	3,1
Прачечные в составе жилых помещений	9	2,16	10	31	3,1	10	31	3,1
Вестибюли	13,5	1,08	30	17	5,1	30	17	5,1
Помещения многоцелевого назначения	9	1,08	120	10	12	120	10	12
<b>Обслуживание продуктами питания и напитками</b>								
Рестораны-столовые	13,5	3,24	70	18	12,6	70	18	12,6
Кафетерий / фастфуд	13,5	3,24	100	17	17	100	17	17
Бары, коктейльные залы	13,5	3,24	100	17	17	100	17	17
Кухня (готовка)	13,5	2,16	20	24	4,8	20	24	4,8
<b>Торговые комплексы</b>								
Торговые залы/магазины (за исключением нижеперечисленных)	13,5	2,16	15	28	4,2	15	28	4,2
Коридоры, вестибюли	13,5	1,08	40	17	6,8	40	17	6,8
Парикмахерские	13,5	1,08	25	18	4,5	25	18	4,5
Салоны красоты, маникюрные салоны	36	2,16	25	45	11,3	25	45	11,3
Зоомагазины	13,5	3,24	10	46	4,6	10	46	4,6
Продуктовые магазины	13,5	1,08	8	27	2,2	8	27	2,2
Прачечные самообслуживания	13,5	2,16	20	25	5	20	25	5
<b>Спортивные и театрально-зрелищные сооружения</b>								
Залы для индивидуальных занятий фитнесом и игровые арены <sup>12)</sup>	36	3,24	7	82	5,7	7	82	5,7
Трибуны болельщиков спортивных соревнований <sup>12)</sup>	18	2,16	150	20	30	150	20	30
Чаши бассейнов	—	8,64	—	—	—	—	—	—
Помещения для занятий танцами	36	1,08	100	37	37	100	37	37
Помещения для занятий аэробикой	36	1,08	40	39	15,6	40	39	15,6
Тренажерные залы	36	1,08	10	47	4,7	10	47	4,7
Боулинг	18	2,16	40	23	9,2	40	23	9,2
Казино	13,5	3,24	120	16	19	120	16	19
Игровые аркады, зал компьютерных игр	13,5	3,24	20	30	6	20	30	6
Сцены, студии	18	1,08	70	20	14	70	20	14

Зрительные залы камерных театров среднего уровня комфорта <sup>13)</sup>	13,5	1,08				110	15	16,5
То же залов других театров и киноконцертных залов	13,5	1,08				170	14	24
Кинозалы среднего уровня комфорта	13,5	1,08				100	15	15
Помещения фойе (от кол-ва мест в зале) <sup>14)</sup>	13,5	1,08				100	15	15
Буфет (от количества мест в зале) <sup>14)</sup>	13,5	1,08				250	14	35
Артистич. уборные при 1 артисте в комнате <sup>15)</sup>	9	1,08				7	24	1,7
То же при размещении 2 артистов в к-те	9	1,08				12	18	2,2
То же при размещении 3 артистов в к-те	9	1,08				17	16	2,7
То же при размещении 4 артистов в к-е и более	9	1,08				20	14	2,8
<b>Прочие помещения</b>								
Банковские помещения депозитарных ячеек	9	1,08	5	31	1,6	5	31	1,6
Холл в помещении банка	13,5	1,08	15	21	3,2	15	21	3,2
Помещения с компьютерной техникой (без принтеров)	9	1,08	4	36	1,4	4	36	1,4
Рабочие кабинеты сотрудников организаций социальной защиты <sup>16)</sup>	9	1,08				11	19	2,1
Сотрудников, ведущих индивидуальный прием посетителей	18	1,08				8	31	2,5
Сотрудников младшего обслуживающего персонала <sup>17)</sup>	9	1,08				17	15	2,6
Зал районных судов и гарнизонов для слушаний <sup>18)</sup>	9	1,08	70	11	7,7			
Зал для гражданских и административных дел с числом посетителей 20	9	1,08				40	12	4,8
То же с числом посетителей 30 человек	9	1,08				50	11	5,5
Зал для уголовных дел с числом посетителей 40	9	1,08				57	11	6,3
То же с числом посетителей 60	9	1,08				75	10	7,5
То же с числом посетителей 90	9	1,08				90	10	9
Производственные помещения (за исключением предприятий тяжелой и химической промышленности)	18	3,24	7	64	4,5	7	64	4,5

Фармацевтические производства	9	3,24	10	41	<b>4,1</b>	10	<b>41</b>	<b>4,1</b>
Фотостудии	9	2,16	10	31	<b>3,1</b>	10	<b>31</b>	<b>3,1</b>
Помещения почтовых и курьерских служб	18	2,16	2	126	<b>2,5</b>	2	<b>126</b>	<b>2,5</b>
Помещения сортировки, упаковки и легкой сборки	13,5	2,16	7	44	<b>3,1</b>	7	<b>44</b>	<b>3,1</b>
Залы ожидания вокзалов	13,5	1,08	100	15	<b>15</b>	100	<b>15</b>	<b>15</b>
Склады	18	1,08	1	126	<b>1,3</b>	1	<b>126</b>	<b>1,3</b>

Примечания к таблице:

\* - суммарный воздухообмен на человека при плотности заселения помещения по умолчанию, принятой в ASHRAE 62.1-2016;

\*\* - плотность заселения на вентилируемой площади пола помещения, приходящаяся на человека, по нашим нормам СП 118.13330 это расчетная площадь отапливаемых помещений на человека: черным шрифтом - из ASHRAE 62.1-2016, человек на 100 м<sup>2</sup>, красным - по нормам России из нормативных документов, на которые ниже приводятся ссылки; из-за появления в нормах России, например, офисных помещений разного назначения с отличающейся нормой плотности заселения, как: офисные помещения конструкторского бюро, то же служб управления и кабинеты специалистов, а в табл. 6.2.2.1 ASHRAE только с одним названием «офисные помещения» с одной плотностью заселения 5 человек в вентилируемой зоне площадью 100 м<sup>2</sup>, появляются дополнительные строки не заполненные в части заимствованной из табл. 6.2.2.1 ASHRAE;

\*\*\* - ДОУ - дошкольное образовательное учреждение; ПТУ - профессиональное техническое училище; ВУЗ - высшее учебное заведение;

1) - СП 44.13330.2011 с изм. от 01.08.2018 "Административные и бытовые здания", п.6.2;

2) - СП 118.13330.2012 "Общественные здания и сооружения" с изменениями №1, 2, 3 от 17 сентября 2019г., п.5.16;

3) - СП 44.13330.2011 с изм. от 01.08.2018 "Административные и бытовые здания", п.6.5;

4) - СП 118.13330.2012 "Общественные здания и сооружения" с изменениями №1, 2, 3 от 17 сентября 2019г., п.5.32;

5) - СП 118.13330.2012 "Общественные здания и сооружения" с изменениями №1, 2, 3 от 17 сентября 2019г., п.5.19;

6) - СанПиН 2.4.1.3049 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы ДОУ» (с изм. 27.08.2015), п.1.9;

7) - СанПиН 2.4.1.3049-13 (с изм. 27.08.2015), п.4.12, Приложение 1, табл.1;

8) - СП 118.13330.2012 "Общественные здания и сооружения" с изменениями №1, 2, 3 от 17 сентября 2019г., п.5.13;

9) - СП 118.13330.2012 "Общественные здания и сооружения" с изменениями №1, 2, 3 от 17 сентября 2019г., п.5.11, табл.5.2;

10) - СП 257.1325800.2016 "Здания гостиниц. Правила проектирования", п.6.3.6.4;

11) - ГОСТ Р 56184-2014 "Услуги средств размещения. Общие требования к хостелам", п.5.7.4;

12) - СП 332.1325800.2017 "Спортивные сооружения", табл.11 - не менее 80 м<sup>3</sup>/ч наружного воздуха на каждого спортсмена и не менее 20 м<sup>3</sup>/ч на 1 зрителя, что коррелируется с показателями табл. 6.2.2.1 ASHRAE 62.1-2016 после повышения на один пункт воздухообмена для спортивных зрителей против театралов;

13) - "СП 309.1325800.2017 Здания театрально-зрелищные", п.6.1.2.8, табл.3;

14) - "СП 309.1325800.2017 Здания театрально-зрелищные", п.6.1.2.6, табл.2;

15) - "СП 309.1325800.2017 Здания театрально-зрелищные", Приложение Д, табл.Д.1;

16) - СП 242.1325800.2015 "Здания территориальных органов Пенсионного фонда РФ", Приложение Б;

17) - СП 242.1325800.2015 "Здания территориальных органов Пенсионного фонда РФ", п.8.30в;

18) - СП 152.13330.2018 "Здания федеральных судов. Правила проектирования", Приложение А, табл. А.1



## Приложение М (обязательное)

### Определение удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период для оценки его энергетической эффективности

М.1 Расчетный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период при непрерывном режиме отопления  $Q_{от+вент.}^{20д,расч}$ , кВт·ч, определяют по формуле

$$Q_{от+вент.}^{20д,расч} = [Q_{огр.}^{20д} + Q_{инф/вент.}^{20д} - (Q_{быт}^{20д} + Q_{инс}^{20д}) \cdot v \cdot \zeta] \cdot (1 - \xi) \cdot \beta_{mn}, \quad (M.1)$$

где  $Q_{огр.}^{20д}$  – трансмиссионные теплопотери через наружные ограждения за отопительный период, кВт·ч; принимают по М.2;

$Q_{инф/вент.}^{20д}$  – теплопотери здания за счет вентиляционного воздухообмена с учетом инфильтрации за отопительный период, кВт·ч; принимают по М.3;

$Q_{быт}^{20д}$  – бытовые (технологические) тепловыделения за отопительный период, кВт·ч; принимают по М.5;

$Q_{инс}^{20д}$  – тепlopоступления через светопрозрачные части окон, витражей, балконных дверей и фонарей от солнечной радиации за отопительный период, кВт·ч; принимают по М.6;

$v$  – коэффициент, учитывающий снижение использования тепlopоступлений в период превышения их над теплопотерями; принимают по формуле

$$v = 0,7 + 0,000025 \cdot (ГСОП - 1000) \quad (M.2)$$

здесь ГСОП – градусо-сутки отопительного периода, °С·сут., определяют согласно п. 5.2 СП 50.13330;

$\zeta$  – коэффициент эффективности систем автоматического регулирования подачи теплоты на отопление; принимают:

– 1,00 – в однотрубной системе с термостатами и с пофасадным авторегулированием на вводе, в однотрубной или двухтрубной системе с поквартирной горизонтальной разводкой;

– 0,95 – в двухтрубной системе отопления с термостатами и с центральным авторегулированием на вводе;

– 0,90 – в однотрубной системе с термостатами и с центральным авторегулированием на вводе или в однотрубной системе без термостатов и с пофасадным авторегулированием на вводе, а также в двухтрубной системе отопления с термостатами и без авторегулирования на вводе;

– 0,85 – в однотрубной системе отопления с термостатами и без авторегулирования на вводе;

– 0,70 – в системе без термостатов и с центральным авторегулированием на вводе с коррекцией по температуре внутреннего воздуха;

– 0,60 – то же без автокоррекции по температуре внутреннего воздуха;

– 0,50 – в системе без термостатов и без авторегулирования на вводе (регулирование центральное в ЦТП или котельной в зависимости от изменения наружной температуры);

$\xi$  – коэффициент, учитывающий снижение тепlopотребления жилых зданий при наличии поквартирного учета потребленной тепловой энергии; из-за отсутствия статистических данных принимают  $\xi = 0,1$  для центральных систем отопления с измерением теплотдачи на отопительном приборе или на стояке;  $\xi = 0,15$  для квартирных систем отопления с измерением теплосчетчиком в целом на квартиру;  $\xi = 0$  для общественных зданий;

$\beta_{mn}$  – коэффициент, учитывающий дополнительные теплопотери системы отопления, принимать по пункту А.1 Приложения А настоящего СП.

Примечание. Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию (кондиционирование) в течение отопительного периода общественного здания при периодическом режиме эксплуатации следует определять по Приложению Н настоящего СП.

М.2 Трансмиссионные теплотери через наружные ограждения за отопительный период,  $Q_{огр.}^{200}$ , кВт·ч, определяют по формуле

$$Q_{огр.}^{200} = 24 \cdot 10^{-3} \cdot K_{тр.}^{np} \cdot ГСОП \cdot A_{огр.сум}, \quad (М.3)$$

где  $K_{тр.}^{np}$  – приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи через наружные ограждающие конструкции здания, Вт/(м<sup>2</sup>·°С), принимаются по формуле:

$$K_{тр.} = (n_{t,i} A_{ст} / R_{o,ст}^{np} + n_{t,i} A_{ок} / R_{o,ок}^{np} + n_{t,i} A_{дв} / R_{o,дв}^{np} + n_{t,i} A_{пок} / R_{o,пок}^{np} + n_{t,i} A_{черд} / R_{o,черд}^{np} + n_{t,i} A_{цок} / R_{o,цок}^{np} + n_{t,i} A_{пр} / R_{o,пр}^{np}) / A_{огр.сум}, \quad (М.4)$$

здесь  $n_{t,i}$  – коэффициент, учитывающий зависимость положения ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху, уменьшающий разность температуры для наружных ограждающих конструкций здания, не сообщающихся с наружным воздухом, определяемый по СП 50.13330; для наружных стен, покрытий и перекрытий, сообщающихся с наружным воздухом  $n_{t,i} = 1$ ; для чердачных перекрытий холодных чердаков и перекрытий над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом  $n_{t,i} = 0,9$ ;

$A_{ст}, R_{o,ст}^{np}$  – соответственно площадь (по наружному обмеру), м<sup>2</sup>, и приведенное сопротивление теплопередаче, м<sup>2</sup>·°С/Вт, наружных стен (за исключением проемов);

$A_{ок}, R_{o,ок}^{np}$  – то же заполнения световых проемов (окон, витражей, фонарей);

$A_{дв}, R_{o,дв}^{np}$  – то же наружных дверей и ворот;

$A_{пок}, R_{o,пок}^{np}$  – то же совмещенных покрытий (в том числе над эркерами);

$A_{черд}, R_{o,черд}^{np}$  – то же чердачных перекрытий;

$A_{цок}, R_{o,цок}^{np}$  – то же цокольных перекрытий или пола по лагам, по грунту;

$A_{проезд}, R_{o,пр.}^{np}$  – то же перекрытий над проездами и под эркерами;

$ГСОП$  – то же, что и в формуле (М.2);

$A_{огр.сум}$  – сумма площадей всех наружных ограждающих конструкций отапливаемой части здания, м<sup>2</sup>.

М.3 Теплотери здания за счет вентиляционного воздухообмена с учетом инфильтрации за отопительный период  $Q_{инф/вент.}^{200}$ , кВт·ч, определяют по формуле

$$Q_{инф/вент.}^{200} = 0,04 \cdot 10^{-3} \cdot (L_{вент} \cdot \rho_v \cdot n_{вент} + G_{инф} \cdot k \cdot n_{инф}) \cdot c_a \cdot ГСОП \quad (М.5)$$

где  $L_{вент}$  – количество приточного воздуха, поступающего в здание, при неорганизованном притоке либо нормируемое значение при механической вентиляции, м<sup>3</sup>/ч; для жилых зданий с расчетной заселенностью квартир менее 20 м<sup>2</sup> общей площади на человека  $L_{вент} = 3 A_{ж}$  (где  $A_{ж}$  – жилая площадь, м<sup>2</sup>); для остальных жилых зданий  $L_{вент} = 0,35 \cdot h_{эт} \cdot A_{кв}$ , но не менее 30 м (где  $h_{эт}$  – высота этажа от пола до потолка, м;  $A_{кв}$  – общая площадь квартир без летних помещений, м<sup>2</sup>;  $m$  – расчетное число жителей в здании); для общественных и административных зданий, офисов, складов и предприятий розничной торговли  $L_{вент} = 4A_p$  (где  $A_p$  – расчетная площадь, м<sup>2</sup>); для торгово-бытовых, досуговых зданий, лечебно-профилактических учреждений, спортивных сооружений  $L_{вент} = 5A_p$ ; для учебно-воспитательных зданий  $L_{вент} = 7A_p$ ; для физкультурно-оздоровительных и культурно-досуговых комплексов, предприятий общественного питания, вокзалов  $L_{вент} = 10A_p$ ; После оценки соответствия энергоэффективности проекта здания нормируемому значению проверяется энергоэффективность вентиляции заложенной в проекте в соответствии с Приложением О;

$\rho_v$  – плотность внутреннего воздуха, кг/м<sup>3</sup>; принимают по формуле

$$\rho_v = \frac{353}{273 + t_v}, \quad (М.6)$$

$t_v$  – расчетная температура внутреннего воздуха в холодный период года, °С, определяемая в соответствии с пунктом 5.1 настоящего СП, °С;

$n_{вент}$  – время работы механической вентиляции в течение недели, ч;

$G_{инф}$  — количество инфильтрующегося воздуха, поступающего в течение отопительного периода в лестничную клетку жилого здания или в помещения общественного здания при выключенной приточной вентиляции в нерабочее время через неплотности в светопрозрачных элементах наружных ограждающих конструкциях при условии, что они находятся в закрытом состоянии, кг/ч; принимают согласно пункта М.4;

$k$  — коэффициент учета влияния встречного теплового потока в светопрозрачных элементах наружных ограждающих конструкциях, определяемый по п. Б.3.3;

$n_{инф}$  — число часов учета инфильтрации в течение недели, ч; для зданий со сбалансированной приточно-вытяжной вентиляцией и в лестничных клетках жилого здания  $n_{инф} = 168$ ; для зданий, в помещениях которых поддерживается подпор воздуха во время работы приточной механической вентиляции,  $n_{инф} = 168 - n_{вент}$ ;

$c_a$  — удельная теплоемкость воздуха, равная 1,006 кДж/(кг·°С);

$ГСОП$  — то же, что в формуле (М.2);

0,04 — это результат деления 0,28 на 7 дней в неделю.

М.4 Количество инфильтрующегося воздуха, поступающего в течение отопительного периода в лестничную клетку жилого здания или в помещения общественного здания в нерабочее время через неплотности в светопрозрачных элементах наружных ограждающих конструкциях  $G_{инф}$ , кг/ч, при условии, что они находятся в закрытом состоянии, определяют по формуле

$$G_{инф} = (A_{ок}/R_{в,ок}) \cdot (\Delta P_{ок}/10)^{2/3} + (A_{дв}/R_{в,дв}) \cdot (\Delta P_{дв}/10)^{1/2} \quad (М.7)$$

где  $A_{ок}$  — суммарная площадь заполнений световых проемов окон и балконных дверей, м<sup>2</sup>;

$R_{в,ок}$  — требуемое сопротивление воздухопроницанию окон и балконных дверей, м<sup>2</sup>·ч/кг; принимают по приложению к сертификату соответствия на воздухопроницаемую конструкцию; при отсутствии данных допустимо принимать по СП 23-101. Для балконных дверей лестничных клеток и лифтовых холлов в переходах через наружную воздушную зону принимают: для одинарной двери  $R_{в,ок} = 0,47$  м<sup>2</sup>·ч/кг; для двойной двери с тамбуром при  $\Delta P = 10$  Па  $R_{в,ок} = 0,7$  м<sup>2</sup>·ч/кг; для тройных дверей с двумя тамбурами между ними  $R_{в,ок} = 0,85$  м<sup>2</sup>·ч/кг;

$\Delta P_{ок}$ ;  $\Delta P_{дв}$  — соответственно расчетная разность давлений наружного и внутреннего воздуха для окон и входных дверей, Па; принимают в соответствии с пунктом А.5 Приложения А настоящего СП (формулы А.9 и А.10);

$A_{дв}$  — суммарная площадь наружных входных дверей и ворот, м<sup>2</sup>;

$R_{в,дв}$  — требуемое сопротивление воздухопроницанию наружных входных дверей или ворот, м<sup>2</sup>·ч/кг; при  $\Delta P = 10$  Па принимают: для входов в жилые здания, магазины и другие объекты с массовым пребыванием людей  $R_{в,дв} = 0,14$  м<sup>2</sup>·ч/кг; для жилых зданий повышенной комфортности  $R_{в,дв} = 0,16$  м<sup>2</sup>·ч/кг; для вращающихся дверей с тремя перегородками  $R_{в,дв} = 0,14$  м<sup>2</sup>·ч/кг; для вращающихся дверей с четырьмя перегородками  $R_{в,дв} = 0,16$  м<sup>2</sup>·ч/кг; для ворот  $R_{ворот} = 0,1$  м<sup>2</sup>·ч/кг.

М.5 Бытовые (технологические) тепlopоступления за отопительный период  $Q_{быт.год}$ , кВт·ч, определяют по формуле

$$Q_{быт.год} = q_{быт} \cdot t \cdot z_{от.п} \cdot A \cdot 10^{-3}, \quad (М.8)$$

где  $q_{быт}$  — удельная величина бытовых (технологических) тепловыделений за средний час суток рабочего времени в отопительном периоде, отнесенная к м<sup>2</sup> жилой площади для жилых зданий или к м<sup>2</sup> полезной площади помещений для общественных зданий, Вт/м<sup>2</sup>; принимают по таблице А.1 Приложения А.

$t$  — рабочее время использования помещения (среднемесячное), по таблице А.1;

$z_{от.п}$  — продолжительность отопительного периода, сут; принимают согласно СП.50;

$A$  — жилая площадь квартир,  $A_{ж}$ , м<sup>2</sup>, или полезная площадь помещений общественного здания,  $A_{пол}$ , м<sup>2</sup>.

М.6 Теплопоступления через светопрозрачные части окон, витражей, балконных дверей и фонарей от солнечной радиации в течение отопительного периода  $Q_{инс}^{год}$ , кВт·ч, для четырех фасадов зданий, ориентированных по четырем направлениям (возможно и по восьми румбам), определяют по формуле

$$Q_{инс}^{год} = \left[ \tau_{1ок} \tau_{2ок} (A_{ок1} I_1 + A_{ок2} I_2 + A_{ок3} I_3 + A_{ок4} I_4) + \tau_{1фон} \tau_{2фон} A_{фон} I_{гор} \right], \quad (M.9)$$

где  $\tau_{1ок}$ ,  $\tau_{1фон}$  – коэффициенты затенения непрозрачными элементами соответственно окон и зенитных фонарей; принимают по данным производителя;

$\tau_{2ок}$ ,  $\tau_{2фон}$  – коэффициенты относительного пропускания солнечной радиации для светопрозрачных заполнений соответственно окон и зенитных фонарей; принимают по данным производителя;

Примечание – Мансардные окна с углом наклона заполнений к горизонту  $45^\circ$  и более следует считать как вертикальные окна, с углом наклона менее  $45^\circ$  – как зенитные фонари.

$A_{ок.1}$ ,  $A_{ок.2}$ ,  $A_{ок.3}$ ,  $A_{ок.4}$  – площадь световых проемов фасадов здания, соответственно ориентированных по разным направлениям, исключая площадь окон, витражей и прозрачной части балконных дверей лестнично-лифтовых узлов,  $m^2$ ;

$I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ ,  $I_4$  – средняя за отопительный период величина солнечной радиации на вертикальные поверхности при действительных условиях облачности, соответственно ориентированная по разным фасадам здания,  $кВт \cdot ч / m^2$ ; принимают по СП 23-101;

$A_{фон}$  – площадь световых проемов зенитных фонарей здания,  $m^2$ ;

$I_{гор}$  – средняя за отопительный период величина солнечной радиации на горизонтальную поверхность при действительных условиях облачности,  $кВт \cdot ч / m^2$ ; принимают по СП 23-101.

М.7 Удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию  $q_{от+вент.}^{год.расч}$ ,  $кВт \cdot ч / m^2$ , определяют по формуле

$$q_{от+вент.}^{год.расч} = Q_{от+вент.}^{год.расч} / A, \quad (M.10)$$

где  $Q_{от+вент.}^{год.расч}$  – расчетный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию,  $кВт \cdot ч$ , то же, что в формуле (M.1);

$A$  – то же, что в формуле (M.8),  $m^2$ .

Таблица М.1 Базовые (по СП 50) и нормируемые в 2022 и 2025 годах значения приведенного сопротивления теплопередаче наружных ограждений для зданий, в зависимости от изменения градусо-суток отопительного периода региона строительства

Здания и помещения	Градусо-сутки отопительного периода, $^\circ C \cdot сут.$	$R_0^{норм}$ , $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$				
		Стен	Покрытий и перекрытий над проездами, эркерами	Перекрытий чердачных, над техподпольями	Светопрозрачных конструкций (окна, витражи)	Фонарей
1	2	3	4	5	6	7
Базовые значения						
1. Жилые здания, гостиницы, общежития, поликлиники, лечебные учреждения, школы, дома-интернаты, детские дошкольные учреждения, хосписы	2000	2,1	3,2	2,8	0,49	0,3
	4000	2,8	4,2	3,7	0,63	0,35
	6000	3,5	5,2	4,6	0,73	0,4
	8000	4,2	6,2	5,5	0,75	0,45
	10000	4,9	7,2	6,4	0,77	0,5
2. Общественные, кроме перечисленных выше,	2000	1,8	2,4	2,0	0,49	0,3
	4000	2,4	3,2	2,7	0,63	0,35

административного назначения (офисы), сервисного обслуживания, культурно-досуговые и оздоровительные	6000 8000 10000 12000	3,0 3,6 4,2 4,8	4,0 4,8 5,6 6,4	3,4 4,1 4,8 5,5	0,73 0,75 0,77 0,8	0,4 0,45 0,5 0,55
Нормируемые с 1 сентября 2022 года						
1. Жилые здания, гостиницы, общежития, поликлиники, лечебные учреждения, школы, дома-интернаты, детские дошкольные учреждения, хосписы	2000 4000 6000 8000 10000 12000	2,6 3,5 4,4 5,2 6,1 7,0	4,0 5,2 6,5 7,7 9,0 10,2	3,5 4,6 5,7 6,9 8,0 9,1	0,5 0,65 0,75 0,85 0,95 1,0	0,35 0,45 0,5 0,55 0,65 0,7
2. Общественные, кроме перечисленных выше, административного назначения (офисы), сервисного обслуживания, культурно-досуговые и оздоровительные	2000 4000 6000 8000 10000 12000	2,3 3,0 3,8 4,5 5,3 6,0	3,0 4,0 5,0 6,0 7,0 8,0	2,5 3,3 4,3 5,1 6,0 6,9	0,5 0,65 0,75 0,8 0,85 0,9	0,35 0,45 0,5 0,55 0,65 0,7
Нормируемые с 1 января 2025 года						
1. Жилые здания, гостиницы, общежития, поликлиники, лечебные учреждения, школы, дома-интернаты, детские дошкольные учреждения, хосписы	2000 4000 6000 8000 10000 12000	2,9 3,9 4,9 5,9 6,9 7,8	4,5 5,9 7,3 8,7 10,0 11,5	3,9 5,2 6,4 7,7 9,0 10,2	0,55 0,7 0,8 0,9 1,0 1,1	0,4 0,5 0,55 0,6 0,7 0,75
2. Общественные, кроме перечисленных выше, административного назначения (офисы), сервисного обслуживания, культурно-досуговые и оздоровительные	2000 4000 6000 8000 10000 12000	2,5 3,4 4,2 5,0 5,9 6,7	3,4 4,5 5,6 6,7 7,8 9,0	2,8 3,8 4,8 5,7 6,7 7,7	0,55 0,7 0,8 0,85 0,9 1,0	0,4 0,5 0,55 0,6 0,7 0,75

Примечания.

1. Базовые значения приведенного сопротивления теплопередаче светопрозрачных конструкций приняты по СП 50.13330.2012 с изменениями № 1 от 14.12.2018, за исключением того, что в этих изменениях приводятся сниженные показатели для лечебно-профилактических, дошкольных и общеобразовательных организаций по сравнению с жилыми и всеми оставшимися общественными зданиями, что противостоит и противоречит предыдущему СНиП 23-02-2003, актуализированному этим СП. Это исключение устранено в табл. А.4.

2. Промежуточные значения определять методом линейной интерполяции по градусо-суткам отопительного периода района строительства.

Таблица М.2 – Базовый и нормируемый с 2022 года удельный годовой расход энергетических ресурсов в многоквартирном доме, отражающий суммарный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и электрической энергии на квартиры и общедомовые нужды, в том числе тепловой энергии на отопление и вентиляцию отдельно, кВт·ч/м<sup>2</sup>

Наименование показателя	°С·сут. от. пер.	Этажность многоквартирного дома					
		2 эт.	4 эт.	6 эт.	8 эт.	10 эт.	12-25эт.

Базовые значения							
Удельный суммарный расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и электрической энергии на общедомовые нужды*	2000	220	208	215	210	208	206
	3000	239	222	226	220	216	214
	4000	260	238	242	234	230	228
	5000	275	252	254	245	240	238
	6000	302	274	274	264	258	255
	8000	359	321	319	305	297	293
в том числе тепловой энергии на отопление и вентиляцию**	2000	66	54	51	46	44	43
	3000	99	82	76	70	66	64
	4000	120	99	92	84	80	78
	5000	135	111	104	95	90	88
	6000	162	134	124	114	108	105
	8000	216	178	166	152	144	140
10000	270	223	207	190	180	176	
Нормируемые с 2022г. значения							
Удельный суммарный расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и электрической энергии на общедомовые нужды*	2000	165	156	161	158	156	155
	3000	179	167	170	165	162	161
	4000	195	179	182	176	173	171
	5000	206	189	191	184	180	179
	6000	227	206	206	198	194	191
	8000	269	241	239	229	223	220
в том числе тепловой энергии на отопление и вентиляцию**	2000	50	41	38	35	33	32
	3000	74	62	57	53	50	48
	4000	90	74	69	63	60	59
	5000	101	83	78	71	68	66
	6000	122	101	93	86	81	79
	8000	162	134	125	114	108	105
10000	203	167	155	143	135	132	

Примечания.

1. \* базовый удельный годовой расход тепловой энергии на горячее водоснабжение принимается в соответствии с СП 30.13330 для заселенности 20 м<sup>2</sup> площади квартир и зависит от климатического района, как по водопотреблению, так и по длительности отопительного периода, с отнесением к градусо-суткам нормализованного отопительного периода: при ГСОП = 2000 °С·сут. равен 149 кВт·ч/м<sup>2</sup>, ГСОП = 3000-6000 °С·сут. равен 135 кВт·ч/м<sup>2</sup> и ГСОП = 8000-10000 °С·сут. равен 138 кВт·ч/м<sup>2</sup>;

базовый удельный годовой расход электрической энергии на общедомовые нужды равен 6 кВт·ч/м<sup>2</sup> площади квартир для зданий выше 5 этажей, и 2 кВт·ч/м<sup>2</sup> для зданий 5 этажей и ниже (из-за отсутствия лифтов), принимается с повышающим в 2,5 раза коэффициентом пересчета электрического киловатт-часа в тепловой.

2. \*\* при установлении базового уровня удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию были приняты следующие расчетные условия: температура внутреннего воздуха в квартирах 20°С, заселение 20 м<sup>2</sup> общей площади квартир на одного жителя, что соответствует нормативному воздухообмену 30 м<sup>3</sup>/ч на человека и удельным внутренним тепlopоступлениям 17 Вт/м<sup>2</sup> жилой площади.

3. Базовый удельный (на м<sup>2</sup> общей площади квартир без летних помещений) годовой расход электроэнергии на освещение и пользование электрическими приборами и кухонным оборудованием равен при заселенности квартир 20 м<sup>2</sup>/человека 43 кВт·ч/м<sup>2</sup> при наличии электрических плит и 26,2 кВт·ч/м<sup>2</sup> при газовых плитах, а при заселенности 40 м<sup>2</sup>/человека, соответственно 27 кВт·ч/м<sup>2</sup> и 16,4 кВт·ч/м<sup>2</sup>. При промежуточных значениях заселенности

определять линейной интерполяцией. Полученные величины умножаются на повышающий в 2,5 раза коэффициент пересчета электрического киловатт-часа в тепловой и прибавляются к показателям 1-го блока суммарного расхода энергоресурсов.

4. Для многоподъездных многоквартирных домов с секциями разной этажности при определении расчетного значения удельного годового расхода энергетических ресурсов для сравнения с базовым этажность дома усредняется.

5. Промежуточные значения удельного годового расхода энергетических ресурсов определять методом линейной интерполяции по этажности многоквартирного дома и градусо-суткам отопительного периода.

6. Для регионов, имеющих значение ГСОП = 8000 °С·сут. и более допускается повышение базовых значений на 5%. В диапазоне ГСОП = 6000 ÷ 8000 °С·сут. – линейной интерполяцией от 0 до 5%.

Таблица М.3 – Базовый и нормируемый с 2022г. удельный годовой расход тепловой энергии для отопления и вентиляции малоэтажных многоквартирных (отдельно стоящих или блокированных) домов, отнесенный к градусо-суткам отопительного периода

Отапливаемая площадь здания, м <sup>2</sup>	Удельный годовой расход тепловой энергии для отопления и вентиляции, отнесенный к градусо-суткам нормализованного отопительного периода, $\theta_{н/эф}$ , Вт·ч/(м <sup>2</sup> ·°С·сут) при этажности:			
	1 этаж	2 этажа	3 этажа	4 этажа
Базовые значения				
60 и менее	38,9	–	–	–
100	34,7	37,5	–	–
150	30,6	33,3	36,1	–
250	27,8	29,2	30,6	32,0
400	–	25,0	26,4	27,8
600	–	22,2	23,6	25,0
1 000 и более	–	19,4	20,8	22,2
Нормируемые с 2022 г. значения				
60 и менее	29,2	–	–	–
100	26,0	28,1	–	–
150	23,0	25,0	27,1	–
250	20,9	21,9	23,0	24,0
400	–	18,8	19,8	20,9
600	–	16,7	17,7	18,8
1 000 и более	–	14,6	15,6	16,7

#### Примечания

1 При промежуточных значениях отапливаемой площади здания в интервале 60–1000 м<sup>2</sup> значения  $\theta_{н/эф}$  следует определять по линейной интерполяции.

2 Под отапливаемой площадью многоквартирного дома понимают сумму площадей отапливаемых помещений с расчетной температурой внутреннего воздуха выше 12 °С, для блокированных зданий – площадь квартиры.

Таблица М.4 – Базовый и нормируемый с 2022 года удельный годовой расход тепловой энергии для отопления и вентиляции общественных зданий, отнесенный к градусо-суткам нормализованного отопительного периода,  $\theta_{н/эф}$ , Вт·ч/(м<sup>2</sup>·°С·сут)

Типы зданий	Этажность зданий:							
	1	2	3	4, 5	6, 7	8, 9	10, 11	12-25
Базовые значения								
1. Гостиницы, общежития	27,8	25,0	24,4	23,6	22,2	21,1	20,0	19,4

2. Общественные, за исключением позиций 3-6 настоящей таблицы*		38,5 44,3	34,8 40,0	33,0 38,0	29,3 33,7	28,4 32,7	27,1 31,2	25,7 29,6	24,5 28,2
3. Поликлиники и лечебные учреждения**		33,8 37,8	32,8 36,8	31,8 35,8	30,8 34,8	29,3 33,4	28,3 32,4	27,7 31,8	26,9 31,0
4. Дошкольные учреждения, хосписы		33,8	32,8	31,8	-				
5. Административного назначения (офисы)		33,0	31,2	30,3	29,8	29,5	29,2	29,0	28,8
6. Сервисного обслуживания, культурно-досуговой и физкультурно-оздоровительной направленности*** При температуре воздуха в помещении, °С:	20	28,8 [6,4]	27,5 [6,1]	26,1 [5,8]	25,2 [5,6]	24,7 [5,5]	24,2 [5,4]	23,7 [5,3]	- -
	18	26,6 [5,9]	25,7 [5,7]	23,9 [5,3]	23,0 [5,1]	22,5 [5,0]	22,0 [4,9]	21,5 [4,8]	- -
	13-	23,9	23,0	22,1	21,2	20,7	20,2	19,7	-
	17	[5,3]	[5,1]	[4,9]	[4,7]	[4,6]	[4,5]	[4,4]	-
Нормируемые с 2022 г. значения									
1. Гостиницы, общежития		20,9	18,8	18,3	17,7	16,7	15,8	15,0	14,6
2. Общественные, за исключением позиций 3-6 настоящей таблицы*		28,9 33,2	26,1 30,0	24,8 28,5	22,0 25,3	21,3 24,5	20,3 23,4	19,3 22,2	18,4 21,2
3. Поликлиники и лечебные учреждения**		25,4 28,4	24,6 27,6	23,9 26,9	23,1 26,1	22,0 25,1	21,2 24,3	20,8 23,9	20,2 23,3
4. Дошкольные учреждения, хосписы		25,4	24,6	23,9	-				
5. Административного назначения (офисы)		24,8	23,4	22,7	22,3 5	22,1	21,9	21,8	21,6
6. Сервисного обслуживания, культурно-досуговой и физкультурно-оздоровительной направленности*** При температуре воздуха в помещении, °С:	20	21,6 [4,80]	20,6 [4,58]	19,6 [4,35]	18,9 [4,20]	18,5 [4,13]	18,2 [4,05]	17,8 [3,98]	- -
	18	20,0 [4,43]	19,3 [4,56]	17,9 [3,98]	16,9 [3,75]	18,0 [4,0]	16,5 [3,68]	16,1 [3,60]	- -
	13-	17,9	18,4	16,6	15,5	16,6	15,2	14,8	-
	17	[3,98]	[4,08]	[3,68]	[3,45]	[3,68]	[3,38]	[3,30]	-

Примечания.

\* Верхняя строка – с односменным режимом работы, нижняя – с полуторасменным.

\*\* Верхняя строка – с полуторасменным режимом работы, нижняя – с круглосуточным.

\*\*\* В квадратных скобках приведены значения для зданий с высотой этажа от пола до потолка более 3,3 м, Вт·ч/(м<sup>3</sup>·°С·сут), отнесенные к отапливаемому объему помещений полезной площади здания, в который входят также площади, занимаемые эскалаторными линиями и атриумами. Остальные значения – на м<sup>2</sup> полезной площади помещений. Нормируемые показатели в позициях 1–5 приведены на м<sup>2</sup> при высоте этажа от пола до потолка 2,7-3,3 м.

- Для регионов, имеющих значение ГСОП = 8000 °С·сут и более допускается повышение базовых значений на 5%. В диапазоне ГСОП = 6000 ÷ 8000 °С·сут. – линейной интерполяцией от 0 до 5%.

## Приложение Н (обязательное)

### Особенности расчета расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию общественных зданий за отопительный период с механической системой приточной вентиляции и периодическим режимом работы

Н.1 Для зданий с периодическим режимом эксплуатации в рабочее и нерабочее время, но с непрерывным отоплением в течение суток, расчетную тепловую нагрузку водяной системы отопления, кВт, следует определять в период рабочего времени путем



вычитания из суммы расчетных теплотерь всех отапливаемых помещений бытовых (внутренних) теплопоступлений в них. При этом рассчитываются отдельно градусо-сутки отопительного периода рабочего и нерабочего времени, по следующей методике:

1) сначала определяется средняя наружная температура нормативного отопительного периода для рабочего времени,  $t_{н.ом.н.раб}$ , исходя из нормативной величины средней наружной температуры этого отопительного периода для данного региона  $t_{н.ом.н}$ :

$$t_{н.ом.н.раб} = t_{н.ом.н} + \Delta t_{ом.н} , \quad (Н.1)$$

где  $\Delta t_{ом.н}$  – разность между значениями средней температуры отопительного или охлаждающего периода для суток в целом и для части суток, °С. Она зависит от длительности рабочего времени объекта в пределах суток и средней амплитуды суточных колебаний (отклонение от среднесуточного значения) температуры наружного воздуха,  $A_{тн}$ , °С, в течение отопительного или охлаждающего периодов, принимаемая по имеющимся климатическим данным в зависимости от района строительства по СП 131 (для условий московского региона в отопительном периоде  $A_{тн.ом.н} = 5,4$  °С, в охлаждающем  $A_{тн.ох.н} = 9,6$  °С). В частном случае при начале рабочего дня в 9.00 и окончании 18.00,  $\Delta t_{ом.н} = 0,72 \cdot A_{тн.ом.н} = 0,72 \cdot 5,4 = 3,9$  °С, а  $t_{н.ом.н.раб} = -2,2 + 3,9 = +1,7$  °С;

$t_{н.ом.н}$  – средняя температура наружного воздуха, °С, за нормативный отопительный период при круглосуточной работе, из СП 131.

2) Тогда, средняя температура наружного воздуха в нерабочее время за нормативный отопительный период  $t_{н.ом.н.н/раб}$ , °С:

$$t_{н.ом.н.н/раб} = (t_{н.ом.н} \cdot 24 - t_{н.ом.н.раб} \cdot 6) / 18 \quad (Н.2)$$

здесь 6 – число рабочих часов в средний день месяца, принимается по табл. М.1(т).

3) Градусо-сутки отопительного периода в течение нерабочего времени при длительности нормативного отопительного периода  $Z_{ом.н}$ :

$$ГСОП_{н/раб} = (t_{в.н/раб} - t_{н.ом.н.н/раб}) \cdot Z_{ом.н} , \quad (Н.3)$$

где  $t_{в.н/раб}$  – расчетная температура внутреннего воздуха в помещениях в нерабочий период, принимается как минимальная из допустимых температур по ГОСТ 30494.

4) Продолжительность отопительного периода по рабочему времени использования здания,  $Z_{ом.н.раб}$ , сут., сокращенная за счет значительной величины относительных тепловыделений, определяется графиком стояния наружных температур в регионе по климатическому справочнику, исходя из количества дней с наружной температурой ниже  $t_{н.см}^I$ .

5) Средняя температура наружного воздуха в рабочее время за отопительный период  $t_{н.ом.н.раб}$ , °С, также рассчитывается по графику стояния наружных температур.

6) Градусо-сутки отопительного периода в течение рабочего времени  $ГСОП_{раб}$ :

$$ГСОП_{раб} = (t_{в} - t_{н.ом.н.раб}) \cdot Z_{ом.н.раб} , \quad (Н.4)$$

где  $t_{в}$  – расчетная температура внутреннего воздуха в здании, °С, то же, что и в формуле (М.6) Приложения М настоящего СП;

$Z_{ом.н.раб}$  – продолжительность отопительного периода по рабочему времени использования здания, сут.

Н.2 Годовой расход тепловой энергии на отопление общественных зданий с непрерывным отоплением в течение суток и периодическим изменением теплового режима в помещениях  $Q_{от.общ}^{200}$ , кВт·ч, определяют по формуле

$$Q_{от.общ}^{200} = [Q_{тн.н/раб}^{200} + Q_{тн.раб}^{200} - (Q_{быт}^{200} + Q_{инс}^{200}) \nu \zeta] \cdot \beta_{тн} , \quad (Н.5)$$

где  $Q_{тн.н/раб}^{200}$  – годовые теплотери здания в нерабочее время, кВт·ч; принимают по формуле (Н.6);

$Q_{тн.раб}^{200}$  – годовые теплотери здания в рабочее время, кВт·ч; принимают по (Н.7);

$Q_{быт}^{200}$ ,  $Q_{инс}^{200}$ ,  $\nu$ ,  $\zeta$ ,  $\beta_{тн}$  – то же, что в ф-ле (М.1) Приложения М настоящего СП.

Н.3 Годовые теплотери здания в нерабочее время  $Q_{тн.н/раб}^{200}$ , кВт·ч, определяют:

$$Q_{тн.н/раб}^{200} = (K_{тр.нр} \cdot A_{огр.сум} + 0,28 \cdot G_{инф} \cdot k \cdot c_a) \cdot ГСОП_{н/раб} \cdot n_{инф} \cdot 10^{-3} / 7, \quad (Н.6)$$

где  $K_{тр.нр}$ ,  $A_{огр.сум}$  – то же, что в формуле (М.4) Приложения М настоящего СП;  
 $G_{инф}$ ,  $k$ ,  $c_a$ ,  $n_{инф}$  – то же, что в формуле (М.5 Приложения М);  
 $ГСОП_{н/раб}$  – градусо-сутки отопительного периода для нерабочего времени, определяют по формуле (Н.3).

Н.4 Годовые теплотери здания в рабочее время  $Q_{тп.раб}^{200}$ , кВт·ч, определяют по формуле (Н.7), равны только теплотерям через наружные ограждения

$$Q_{тп.раб}^{200} = K_{тр.нр} \cdot A_{огр.сум} \cdot ГСОП_{раб} \cdot n_{вент} \cdot 10^{-3} / 7, \quad (Н.7)$$

где  $K_{тр.нр}$ ,  $A_{огр.сум}$ ,  $n_{вент}$  – то же, что в формуле (М.4 и М.5 Приложения М);

$ГСОП_{раб}$  – градусо-сутки отопительного периода для рабочего времени, ф-ла (Н.4).

Н.5 Годовой расход тепловой энергии на вентиляцию  $Q_{вент}^{200}$ , кВт·ч, определяют:

$$Q_{вент}^{200} = 0,04 \cdot L_{вент} \cdot \rho_v \cdot c_a \cdot n_{вент} \cdot ГСОП_{вент} \cdot \beta_{тп.в} \cdot 10^{-3}, \quad (Н.8)$$

где  $L_{вент}$ ,  $\rho_v$ ,  $c_a$ ,  $n_{вент}$  – то же, что в формуле (М.5 Приложения М);

$ГСОП_{вент} = (t_{нр} - t_{н.от.н.раб}) \cdot z_{вент}$  – градусо-сутки периода работы вентиляции, равные произведению разности температуры приточного воздуха  $t_{нр}$  (как правило,  $t_{нр} = t_v$ ) и средней наружной температуры нормализованного отопительного периода для рабочего времени,  $t_{н.от.н.раб}$  (по п.Н.1-5), на длительность периода работы вентиляции  $z_{вент}$ , сут. (как правило,  $z_{вент} = z_{от.н}$ );

$\beta_{тп.в}$  – коэффициент, учитывающий потери теплоты на остывание приточного воздуха в воздуховодах и с утечками, допускается принимать  $\beta_{тп.в} = 1,1$ .

Н.6 При отоплении общественного здания с периодическим режимом эксплуатации из-за возрастания доли внутренних теплопоступлений в помещениях по отношению к их теплотерям возникает момент, когда отопление выключается, и чтобы здание не перегревалось с повышением температуры наружного воздуха, необходимо снижать температуру приточного воздуха системы вентиляции ниже внутренней температуры – режим охлаждения не включением холодильной установки, а уменьшением нагрева приточного воздуха (метод «фрикулинга»). В этом случае должны быть приняты такие воздухораспределительные устройства, которые обеспечивали бы температуру в струе приточного воздуха при входе в обслуживаемую или рабочую зону не ниже требований Приложения Д настоящего СП, либо возможность изменения направления струи.

Из уравнения равенства теплотерь, в том числе и на нагрев наружного приточного воздуха, внутренним теплопоступлениям определяется температура наружного воздуха  $t_n$ , при которой нет необходимости нагрева приточного воздуха:

$$t_n = t_v - 0,85 \cdot q_{быт.} \cdot A_{пол} / (\beta_{доб} \cdot K_{тр} \cdot A_{огр.сум} + 0,28 \cdot L_{вент} \cdot \rho_v \cdot c_a), \quad (Н.9)$$

где  $t_v$  – то же, что в формуле (Н.4);

$q_{быт.}$ ,  $A_{пол}$  – то же, что в формуле (М.8) Приложения М;

0,85 – понижающий коэффициент на неполное использование внутренних теплопоступлений в отопительном периоде;

$\beta_{доб}$  – согласно примечаний 5 и 6 к пункту А.2 Приложения А настоящего СП;

остальные обозначения – то же, что в формулах (Н.6 и Н.8).

Н.7 Если температура наружного воздуха  $t_n$  окажется выше стандартной температуры начала/окончания отопительного периода ( $t_{н.ст}^I = +8$  или  $+10^\circ\text{C}$ ), то она приравнивается  $t_n = t_{н.ст}^I$  и  $z_{вент.} = z_{от.н}$ , а требуемая температура приточного воздуха  $t_{нр}$ , при которой обеспечивается равенство суммы теплотерь через наружные ограждения и на нагрев наружного воздуха внутренним теплопоступлениям, находится из формулы (Н.10):

$$t_{нр} = t_v + [\beta_{доб} \cdot K_{тр} \cdot A_{огр.сум} - 0,85 \cdot q_{быт.} \cdot A_{пол}] / (0,28 \cdot L_{вент} \cdot \rho_v \cdot c_a). \quad (Н.10)$$

Н.8 Годовой расход тепловой энергии на вентиляцию с учетом снижения температуры приточного воздуха  $Q_{вент.сн.}^{200}$ , кВт·ч, следует определять по формуле (Н.11):

$$Q_{вент.сн.}^{200} = (0,04 \cdot L_{вент} \cdot \rho_v \cdot c_a \cdot n_{вент} \cdot \beta_{тп.в} \cdot 10^{-3}) \cdot \{ (ГСОП_{вент.фр} \cdot z_{от.н.раб} / z_{от.н} + [(t_v + t_{нр}) / 2 - (t_n^I + t_{н.ст}^I) / 2]) \cdot (z_{от.н} - z_{от.н.раб}) \}, \quad (Н.11)$$

где  $L_{вент}$ ,  $\rho_v$ ,  $c_a$ ,  $n_{вент}$  – то же, что в формуле (Н.8);

$t_e$  – то же, что в формуле (Н.4);

$t_{н.от.н.раб}$  – средняя температура наружного воздуха в рабочее время за отопительный период, °С, принимать по формуле (Н.1);

$t_n = t_{н.см}^I$ ;  $Z_{от.н.вент.} = Z_{от.н}$  – то же, что в пункте Н.7;

$t_n^I$  – равна  $t_n$  при  $\bar{Q}_{от}=0$ ;

$Z_{от.н.раб.}$  – то же, что в формуле (Н.4);

$Z_{от.н}$  – то же, что в формуле (Н.3).

Здесь  $ГСОП_{вент.фр.} = (t_{пр} - t_{н.от.н.раб}) \cdot Z_{от.н.раб.}$

Н.9 Суммарный годовой расход тепловой энергии для отопления и вентиляции с периодическим изменением теплового режима в помещении  $Q_{от+вент.}^{200}$ , кВт·ч, при возможном использовании утилизации теплоты вытяжного воздуха определяют по формуле (Н.12):

$$Q_{от+вент.}^{200} = Q_{от.общ}^{200} + Q_{вент.сн.1.}^{200} + Q_{вент.2.}^{200} \cdot (1 - \eta_{ут}), \quad (Н.12)$$

где  $Q_{от.общ}^{200}$  – годовой расход тепловой энергии для отопления общественных зданий с периодическим изменением теплового режима в помещении, кВт·ч; принимают по Н.2;

$Q_{вент.сн.1.}^{200}$  – годовой расход тепловой энергии для вентиляции, кВт·ч; принимают по Н.8, приточная установка без утилизации теплоты вытяжного воздуха;

$Q_{вент.2.}^{200}$  – годовой расход тепловой энергии для вентиляции с приточной установкой, использующей утилизацию теплоты вытяжного воздуха для нагрева наружного;

$\eta_{ут}$  – коэффициент эффективности устройств энергосбережения при нагреве приточного воздуха, назначает разработчик или по таблице Н.1.

Таблица Н.1 Эффективность систем утилизации теплоты вытяжного воздуха

№№ п/п	Тип утилизатора	$\eta_{ут}$
1.	Роторный с аккумулярующей насадкой	0,8
2.	Пластинчатый противоточный	0,8
3.	Пластинчатый перекрестно-точный	0,6
4.	С промежуточным теплоносителем	0,45

**Примечания:** 1. Выключение системы отопления при отрицательных температурах наружного воздуха может вызвать нежелательный эффект отрицательной радиации от окон. С целью сокращения из-за этого дискомфорта зоны целесообразно продолжить отопление в период до расчетной температуры начала/окончания отопительного периода ( $t_{н.см}^I = +8^\circ\text{C}$ ) по линейному графику в зависимости от изменения наружной температуры, построенному с учетом реального запаса в системе, а систематический перегрев, возникающий при этом, снимать понижением температуры приточного воздуха также в зависимости от изменения этой наружной температуры, вместо общепринятого решения о поддержании ее на постоянном уровне. Это не изменит суммарного теплопотребления на отопление и вентиляцию за отопительный период, а только перераспределит соотношение расходов тепловой энергии на каждую из систем, и позволит расширить более полное использование теплопоступлений с солнечной радиацией для экономии тепловой энергии с помощью термостатов.

2. С целью повышения энергоэффективности следует использовать режим периодического отопления/охлаждения и вентиляции общественных зданий с выключением отопления/охлаждения после окончания рабочего дня, «натопом» перед началом рабочего дня, чтобы восстановить температуру воздуха в помещениях до комфортных показателей в пределах того запаса поверхности нагрева отопительных приборов, который достигается при их подборе без учета внутренних теплопоступлений, и умеренным отоплением/охлаждением в течение рабочего дня. При этом в помещениях следует осуществлять контроль температуры воздуха, чтобы при снижении ее ниже допустимой на длительный период, особенно в выходные дни, автоматически происходило включение отопления до достижения заданных значений температуры.

Н.10 Удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию с периодическим изменением теплового режима в помещениях  $q_{от+вент.}^{год}$ , кВт·ч/м<sup>2</sup>, определяют по формуле (Н.13):

$$q_{от+вент.}^{год} = Q_{от+вент.}^{год} / A_{пол} \quad (Н.13)$$

где  $q_{от+вент.}^{год}$  – удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию общественного здания с периодическим режимом работы, кВт·ч/м<sup>2</sup>;

$Q_{от+вент.}^{год}$  – годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию общественного здания, кВт·ч;

$A_{пол}$  – полезная площадь отапливаемых помещений общественного здания.

Полученное значение сравнивается с базовым, приведенным в таблицах Приложения М настоящего документа в зависимости от назначения здания и фактической этажности, на основании чего делается вывод, соответствует ли проект здания действующим требованиям энергетической эффективности и какой класс энергетической эффективности может быть присвоен проекту.

## Приложение О (обязательное)

### Нормирование теплотребления приточной вентиляции общественных зданий

О.1 Для общественных зданий после проверки соответствия уровня энергетической эффективности теплозащиты по п.13.3, с целью регламентации расхода потребляемой тепловой энергии на вентиляцию (исходя из проектной производительности системы по проекту раздела отопление и вентиляция ОВ) определяют расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию (кондиционирование) за отопительный период  $Q_{(от+вент.пр)}^{год.расч}$  (кВт·ч) отдельно: на отопление исходя из компенсации теплотерь через наружные ограждения и на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха в нерабочее время, а на приточную механическую вентиляцию и тепловые завесы исходя из нагрева приточного наружного воздуха (или внутреннего в тепловых завесах) в объеме проектной производительности указанных систем по следующей формуле.

$$Q_{(от+вент.пр)}^{год.расч} = [Q_{огр.}^{год.расч} + Q_{инф.}^{год.расч} - (Q_{быт}^{год} + Q_{инс}^{год} \cdot 5/7) \cdot v \cdot \zeta] \cdot \beta_{тп} + Q_{вент.пр.}^{год.расч} \cdot \beta_{тп.возд}, \quad (О.1)$$

где  $Q_{огр.}^{год.расч}$  – годовой расход тепловой энергии на отопление для компенсации трансмиссионных теплотерь через наружные ограждения в рабочий и нерабочий периоды (кВт·ч), определяют по формуле (М.3) Приложения М настоящего СП;

$Q_{инф.}^{год.расч}$  – годовой расход тепловой энергии на отопление для нагрева наружного воздуха, инфильтрующегося через закрытые окна в нерабочий период при отключенной системы вентиляции (кВт·ч), определяют по формуле (О.2):

$$Q_{инф.}^{год.расч} = 0,28 \cdot G_{инф} \cdot k \cdot c_a \cdot ГСОП_{н/раб} \cdot n_{инф} \cdot 10^{-3}/7, \quad (О.2)$$

где  $G_{инф}$ ,  $k$ ,  $c_a$  – то же, что в формуле (М.5 Приложения М);

$ГСОП_{н/раб}$  – градусо-сутки отопительного периода для нерабочего времени, определяют по формуле (Н.3) Приложения Н;

$n_{инф}$  – число часов учета инфильтрации в течение недели, ч; для зданий, в помещениях которых поддерживается подпор воздуха во время работы приточной механической вентиляции,  $n_{инф} = 168 - n_{вент}$ ;

$n_{вент}$  – время работы механической приточной вентиляции в течение недели, ч.

Остальные составляющие 1-го слагаемого формулы (О.1) то же, что в формуле (М.1);

$Q_{вент.пр.}^{год.расч}$  – годовой расход тепловой энергии на приточную вентиляцию (кВт·ч), определяют в соответствии с пунктом О.2;

$\beta_{тп.возд}$  – коэффициент, учитывающий теплотери воздухопроводов, проложенных в неотапливаемых помещениях; принимают из проекта, если эти теплотери учтены при определении расчетной теплопроизводительности системы вентиляции, то  $\beta_{тп.возд} = 1,0$ .

О.2 Годовой расход тепловой энергии на приточную вентиляцию  $Q_{\text{вент.пр.}}^{\text{год.расч}}$ , кВт·ч, за отопительный период с учетом проектного значения расчетного расхода воздуха и при отсутствии энергосберегающих мероприятий (только автоматическое регулирование температуры приточного воздуха  $t_{\text{пр}} = t_{\text{в}}$  и отключение установок в нерабочее время) определяют по формуле

$$Q_{\text{вент.пр.}}^{\text{год.расч}} = Q_{\text{вент.пр.}}^{\text{р}} \cdot n_{\text{вент}} \cdot GCOП_{\text{вент}} \cdot \beta_{\text{тп.возд}} / (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}^{\text{р}}), \quad (\text{O.3})$$

где  $Q_{\text{вент.пр.}}^{\text{р}}$  – расчетный проектный расход тепловой энергии на приточную вентиляцию, в общественных зданиях норма приточного наружного воздуха  $L_{\text{вент}}$ , м<sup>3</sup>/ч, определяется расчетом или по таблице В.2 в Приложении В к настоящему документу;

$n_{\text{вент.}}$ ,  $\beta_{\text{тп.возд}}$  – то же, что в пункте О.1;

$GCOП_{\text{вент}}$  – то же, что в формуле (Н.8);

$t_{\text{в}}$  – то же, что в формуле (М.6) Приложения М;

$t_{\text{н}}^{\text{р}}$  – то же, что в формуле (А.18) Приложения А.

О.3 Годовой расход тепловой энергии на тепловые завесы  $Q_{\text{т.з.пр.}}^{\text{год.расч}}$ , кВт·ч, определяют по формуле (О.4), предполагая снижение температуры притока с повышением температуры наружного воздуха при постоянстве расхода теплоносителя:

$$Q_{\text{т.з.пр.}}^{\text{год.расч}} = Q_{\text{т.з.пр.}}^{\text{р}} \cdot n_{\text{вент}} \cdot GCOП / (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}^{\text{р}}), \quad (\text{O.4})$$

где  $Q_{\text{т.з.пр.}}^{\text{р}}$  – расчетный проектный расход тепловой энергии на тепловую завесу, из проекта ОВ;

$n_{\text{вент}}$  – среднее число часов работы тепловой завесы в средние сутки ОП за неделю; остальные обозначения – то же, что в формуле (О.2).

При применении электрических тепловых завес годовой расход электрической энергии  $E_{\text{т.з.}}^{\text{год}}$ , кВт·ч, определяют по формуле (О.5) и при оценке энергетической эффективности относят к расходу «конечной» энергии, потребляемой зданием.

$$E_{\text{т.з.}}^{\text{год}} = N_{\text{т.з.}} \cdot n_{\text{вент}} \cdot Z_{\text{от.н.раб}}, \quad (\text{O.5})$$

где  $N_{\text{т.з.}}$  – электрическая мощность тепловой завесы, кВт; принимают из проекта;

$n_{\text{вент.}}$  – то же, что в формуле (О.4);

$Z_{\text{от.н.раб}}$  – то же, что в формуле (Н.4) Приложения Н.

О.4 Расчетный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию (кондиционирование) и тепловые завесы общественного здания за отопительный период  $q_{(\text{от+вент.пр+тз.пр})}^{\text{год.расч}}$ , кВт·ч/м<sup>2</sup>, определяют по формуле

$$q_{(\text{от+вент.пр+тз.пр})}^{\text{год.расч}} = (Q_{(\text{от+вент.пр})}^{\text{год.расч}} + Q_{\text{т.з.пр.}}^{\text{год.расч}}) / A_{\text{пол}}, \quad (\text{O.6})$$

где  $Q_{(\text{от+вент.пр})}^{\text{год.расч}}$  – то же, что в формуле (О.1);

$Q_{\text{т.з.пр.}}^{\text{год.расч}}$  – то же, что в формуле (О.4);

$A_{\text{пол}}$  – то же, что в формуле (Н.13) Приложения Н.

Если полученная величина удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию (кондиционирование) и тепловые завесы здания превышает указанные в таблице М.4 Приложения М для  $q_{(\text{от+вент})}^{\text{год.норм}}$  соответствующего года строительства более чем на 10%, то система вентиляции здания имеет недостаточную энергоэффективность. В этом случае следует либо предусмотреть дополнительные энергосберегающие мероприятия в системе вентиляции (например, использовать утилизацию теплоты вытяжного воздуха для нагрева наружного приточного) и повторить расчет с учетом этих мероприятий или выбрать систему отопления с более высоким коэффициентом эффективности авторегулирования  $\zeta$ , либо применить другие энергосберегающие решения, включая нетрадиционные возобновляемые источники энергии.

Расчет годового расхода холода на охлаждение и вентиляцию кондиционируемых помещений приводится в Приложении II настоящего СП.

## Приложение II (рекомендуемое)

### Расчет годового расхода холода на охлаждение и вентиляцию кондиционируемых помещений

П.1 Центральное кондиционирование наибольшее распространение получило в общественных зданиях, для которых характерен периодический режимом эксплуатации. Поэтому условный охлаждающий период, как и при отоплении таких зданий, определяется в зависимости от температуры наружного воздуха в рабочее время и начинается/оканчивается, когда внутренние теплопоступления становятся равными теплотерям через наружные ограждения и на нагрев наружного воздуха в объеме нормативного воздухообмена для вентиляции, при обеспечении расчетной температуры воздуха в помещениях согласно СП 60.13330 для теплого периода года. Температура начала/окончания условного (см. примечание) охлаждающего периода по аналогии с отопительным периодом находится из уравнения теплового баланса здания.

Это уравнение без учета теплопоступлений от солнечной радиации, поскольку они имеют не постоянный и односторонний характер – в пасмурные дни солнечная радиация весьма незначительная, как и в помещениях северного фасада здания при солнце, и должно учитываться дополнительно в зависимости от ориентации отдельных помещений по сторонам света. Следует также иметь в виду, что расчет энергии охлаждения выполняется на стадии до выбора решения, какими средствами реализовывать охлаждение – через водяную систему охлаждения или приточную вентиляцию, поэтому в тепловом балансе здания учитываются теплопоступления с приточной вентиляцией, когда температура наружного воздуха выше температуры воздуха в помещении.

Предполагается, что охлаждающий период начинается, когда, как и в отопительном периоде, внутренние теплопоступления компенсируют теплотери через наружные ограждения и на догрев приточного воздуха в нормативном объеме до более высокой, чем в отопительном периоде, расчетной температуры воздуха в основных помещениях здания в соответствии с формулой (П.1), но в периоды превышения наружной температуры над внутренней знак этих составляющих баланса меняется, и они прибавляются к бытовым теплопоступлениям, увеличивая охлаждающую нагрузку.

$$(K_{тр} \cdot A_{огр.сум} + 0,28 \cdot L_{вент} \cdot \rho_v \cdot c_a) \cdot (t_{в.ох} - t_{н.ох}) = q_{вн.ох} \cdot A_{пол} \quad (П.1)$$

Исходя из этого уравнения температура начала/окончания охлаждающего периода находится из предыдущего уравнения:

$$t_{н.ох} = t_{в.ох} - q_{вн.ох} \cdot A_{пол} / (K_{тр}^{np} \cdot A_{огр.сум} + 0,28 \cdot L_{вент} \cdot \rho_v \cdot c_a) \quad (П.2)$$

где  $t_{н.ох}$  – температура наружного воздуха начала/окончания условного охлаждающего периода, °С;

$t_{в.ох}$  – расчетная температура внутреннего воздуха помещений для охлаждающего периода °С, согласно СП 60.13330;

$q_{вн.ох}$  – удельная величина внутренних теплопоступлений в помещения в охлаждающий период, Вт/м<sup>2</sup>, принимается в соответствии с п. П.2;

$A_{пол}$  – полезная площадь отапливаемых помещений общественного или производственного здания, за исключением лестничных клеток, технических этажей, пандусов и автопарковок, м<sup>2</sup>;

$K_{тр}^{np}$  – приведенный коэффициент теплопередачи через наружные ограждающие конструкции здания, Вт/(м<sup>2</sup>·°С);

$A_{огр.сум}$  – сумма площадей всех наружных ограждений отапливаемой оболочки здания, м<sup>2</sup>;

$L_{вент}$  – нормируемое значение количества приточного наружного воздуха, подаваемого в помещения здания, м<sup>3</sup>/ч, принимается по табл. В.2 Приложения В СП 60;

$\rho_v$  – плотность внутреннего воздуха, равная 1,2 кг/м<sup>3</sup>;

$c_a$  – удельная теплоемкость воздуха, равная 1,0 кДж/(кг·°С);

**Примечание.** Температура начала/окончания охладительного периода — это условная величина для определения годовой потребности в холоде на кондиционирование воздуха при установлении нормируемого значения энергопотребления зданиями. В действительности включение охлаждения будет происходить автоматически по температуре воздуха в кондиционируемом помещении, возможно, и при более низких наружных температурах, например в солнечные дни, но при полном использовании «фрикулинга» согласно Приложению Н. В отличие от отопительного периода, где задержка с его началом приводит к значительному нарушению комфорта и массовым жалобам, опаздывание с началом периода охлаждения таких жалоб не вызывает, а избыток теплоты может быть частично снят за счет проветривания путем открывания окон.

П.2 Удельные внутренние теплопоступления в период охлаждения  $q_{вн.ох}$ , Вт/м<sup>2</sup>, определяют по формуле:

$$q_{вн.ох} = (Q_{P/A_{пол}}) \cdot t_{мет} / t + K_{qE} \cdot (q_E \cdot f_E) \cdot 10^3 / (t \cdot 365), \quad (П.3)$$

где  $Q_{P/A_{пол}}$  – метаболические притоки от присутствующих людей, приходящиеся на м<sup>2</sup> полезной площади помещений здания или жилой площади квартир, Вт/м<sup>2</sup>; принимают в зависимости от назначения здания и заполнения помещений по табл. А.1 Приложения А;

$t_{мет}$  – время использования метаболического притока в день, ч; принимают по таблице В.4;

$t$  – рабочее время использования помещения в день (среднемесячное), ч; принимают по таблице А.1;

$q_E$  – удельное годовое потребление электрической энергии на общую площадь здания, кВт·ч/м<sup>2</sup> в год; принимают по таблице А.1;

$f_E$  – доля потребления электрической энергии в кондиционируемой части здания; принимают по таблице А.1;

$K_{qE}$  – коэффициент, учитывающий уменьшение электропотребления на освещение в летние месяцы к среднегодовому значению из-за увеличения светового дня летом, принимается в зависимости от заполнения офиса  $K_{qE} = 0,81 \div 0,89$  (меньшее значение при 20 м<sup>2</sup> полезной площади охлаждаемых помещений на человека, большее – при 8 м<sup>2</sup>/чел).

Например, для офисных зданий удельные внутренние теплопоступления в период охлаждения составят при заполнении, соответственно, 20 и 8 м<sup>2</sup>/человека:

$$q_{вн.ох.оф.20} = (80/20) \cdot 6/6 + 0,81 \cdot (20 \cdot 0,9) \cdot 10^3 / (6 \cdot 365) = \mathbf{10,7 \text{ Вт/м}^2};$$

$$q_{вн.ох.оф.8} = (80/8) \cdot 6/6 + 0,89 \cdot (33,5 \cdot 0,9) \cdot 10^3 / (6 \cdot 365) = \mathbf{22,3 \text{ Вт/м}^2}.$$

П.3 Длительность  $z_{ох.п}$  и средняя температура условного охладительного периода  $t_{н.ср.ох.п.раб}$ , находится из графика времени стояния наружных температур для рассматриваемого региона и пересчета показателей средней температуры каждого смежного месяца, в котором есть дни с температурой выше температуры начала/окончания охладительного периода, в средние температуры наружного воздуха в течение рабочего времени по уже применяемой методике (то же, что в Приложении Н).

П.4 При определении потребности в охлаждении внутренние теплопоступления за условный охладительный период  $Q_{вн.ох.п.}^{zод}$ , кВт·ч, принимают с учетом того, что при температурах наружного воздуха ниже расчетной внутренней температуры  $t_{в.ох}$  они будут частично компенсировать теплопотери через наружные ограждения. Поэтому, они должны быть снижены пропорционально отношению разности внутренней температуры и средней наружной за охладительный период  $t_{н.ср.ох.п.раб}$  к разности  $(t_{в.ох} - t_{н.ох})$ :

$$Q_{вн.ох.п.}^{zод} = q_{вн.ох.оф} \cdot A_{пол} \cdot z_{ох.п} \cdot t \cdot 10^{-3} \cdot [1 - (t_{в.ох} - t_{н.ср.ох.п.раб}) / (t_{в.ох} - t_{н.ох})] \quad (П.4)$$

где  $q_{вн.ох.оф}$  – удельная величина внутренних теплопоступлений за охладительный период, Вт/м<sup>2</sup>, из формулы (П.2);

$A_{пол}$  – полезная площадь помещений здания, м<sup>2</sup>;

$z_{ох.п}$  – длительность охладительного периода, согласно пункта П.3;

$t$  – то же, что в формуле (П.2);

$t_{в.ох}$ ,  $t_{н.ох}$  – то же, что в формуле (П.2);

$t_{н.ср.ох.н.раб}$  – средняя температура наружного воздуха рабочего времени суток за охлаждающий период, °С.

П.5 Градусо-сутки климатического охлаждающего периода  $ГСОП_{ох.клим}$ , °С·сут, в течение которого температура наружного воздуха рабочего времени суток превышает расчетную температуру воздуха в помещении, определяют по формуле

$$ГСОП_{ох.клим} = \sum(t_{н.ср.клим.ох.н.раб} - t_{в.ох}) \cdot z_{клим.ох.н}, \quad (П.5)$$

где  $t_{н.ср.клим.ох.н.раб}$  – средняя температура наружного воздуха рабочего времени суток, превышающая расчетную температуру воздуха в помещении, за охлаждающий период;

$t_{в.ох}$  – расчетная внутренняя температура воздуха за охлаждающий период, °С;

$z_{клим.ох.н}$  – длительность климатического охлаждающего периода, количество суток в смежных месяцах с температурой наружного воздуха, превышающей расчетную температуру внутреннего воздуха, в соответствии с климатологическими данными региона, сут.

П.6 Теплопоступления через наружные ограждающие конструкции здания за климатический охлаждающий период  $Q_{огр.ох.н.}^{200}$ , кВт·ч, определяют по формуле

$$Q_{огр.ох.н.}^{200} = K_{тр.нр} \cdot A_{огр.сум} \cdot ГСОП_{ох.клим} \cdot t \cdot 10^{-3}, \quad (П.6)$$

где  $K_{тр.нр}$ ,  $A_{огр.сум}$  – то же, что в формуле (П.1);

$ГСОП_{ох.клим}$  – то же, что в формуле (П.5);

$t$  – то же, что в формуле (П.2).

П.7 Теплопоступления с приточной вентиляцией, связанные с тем, что температура наружного воздуха выше расчетной температуры воздуха в помещении, за климатический охлаждающий период  $Q_{вент.ох.н.}^{200}$ , кВт·ч, определяют по формуле

$$Q_{вент.ох.н.}^{200} = 0,28 \cdot L_{вент} \cdot \rho_v \cdot c_a \cdot ГСОП_{ох.клим} \cdot t \cdot \beta_{тн.возд} \cdot 10^{-3}, \quad (П.7)$$

где  $L_{вент}$ ,  $\rho_v$ ,  $c_a$ ,  $\beta_{тн.возд}$  – то же, что в формуле (П.2);

$ГСОП_{ох.клим}$  – то же, что в формуле (П.5);

$t$  – то же, что в формуле (П.2);

$\beta_{тн.возд} = 1,1$  – коэффициент, учитывающий теплопотери воздуховодов, проложенных в неотапливаемых помещениях.

П.8 Теплопоступления от солнечной радиации через светопрозрачные ограждающие конструкции за охлаждающий период  $Q_{инс.ох.н.}^{200}$ , кВт·ч, которые условно устраняются локальными системами охлаждения, для всех фасадов зданий, ориентированных по разным направлениям, определяют по формуле

$$Q_{инс.ох.н.}^{200} = (\sum \eta_{ок,i} \cdot \tau_{ок,i} \cdot k_{ок,i} \cdot A_{ок,i} \cdot I_i + \sum \eta_{ф,i} \cdot \tau_{ф,i} \cdot k_{ф,i} \cdot A_{ф,i} \cdot I_{20p}) \cdot z_{раб} / z_{ох.н}, \quad (П.8)$$

где  $\tau_{ок}$ ,  $\tau_{ф}$ ,  $k_{ок}$ ,  $k_{ф}$  – то же, что в формуле (19);

$\eta$  – коэффициент относительного проникания солнечной радиации через солнцезащитные устройства; при отсутствии данных допускается принимать по таблице П.1;

$A_{ок,i}$ ,  $A_{ф,i}$ ,  $I_i$ ,  $I_{20p}$  – то же, что в формуле (19);  $I_i$ ,  $I_{20p}$  принимают по СП 23-101;

Примечание – Интенсивность солнечной радиации, падающей на мансардные окна и световые фонари, расположенные под углом к горизонту, следует рассчитывать в зависимости от угла наклона пропорционально между интенсивностью на горизонтальную и соответствующую вертикальную поверхности.

$z_{раб}$  – число рабочих дней в условном охлаждающем периоде, сут, принимается, что теплопоступления от солнечной радиации, имеющие место и в нерабочее время рабочих суток также компенсируются энергией на охлаждение.

$z_{ох.н}$  – то же, что в формуле (П.4);

При месячном расчете интенсивность суммарной солнечной радиации принимают для каждого месяца поочередно.

Таблица П.1 – Коэффициент относительного проникания радиации через солнцезащитные устройства



Солнцезащитные устройства	Коэффициент относительного проникания радиации через солнцезащитные устройства $\eta$
<i>Наружные устройства</i>	
Штора или маркиза из светлой ткани	0,15
Штора или маркиза из темной ткани	0,20
Ставни-жалюзи с деревянными пластинами	0,10/0,15
Шторы-жалюзи с металлическими пластинами	0,15/0,20
<i>Межстекольные (непроектируемые)</i>	
Шторы-жалюзи с металлическими пластинами	0,30/0,35
Штора из светлой ткани	0,25
Штора из темной ткани	0,40
<i>Внутренние устройства</i>	
Шторы-жалюзи с металлическими пластинами	0,60/0,70
Штора из светлой ткани	0,40
Штора из темной ткани	0,60
Примечания	
1 Коэффициенты даны дробью: в числителе – для солнцезащитных устройств с пластинами под углом 45°, в знаменателе – под углом 90°.	
2 Значения коэффициентов относительного проникания радиации межстекольных солнцезащитных устройств с проветриваемым межстекольным пространством принимают в 2 раза меньше.	

### **Пример расчета годового расхода холода на охлаждение и вентиляцию кондиционируемых помещений.**

Для того чтобы оценить годовые затраты холода на охлаждение и вентиляцию помещений в общих энергозатратах на поддержание комфортных условий в закрытых помещениях, где находятся люди, необходимо знать длительность охладительного периода и его климатические параметры, а также объем тепlopоступлений, которые предстоит нейтрализовать, чтобы обеспечить заданный комфортный уровень температуры воздуха в помещении и минимально необходимый воздухообмен для его вентиляции. В качестве объекта исследований примем тот же 4-этажный офис, рассмотренный в Приложении Н.

Начинаем расчет, как указано выше, с определения температуры начала/окончания условного охладительного периода, которая находится из формулы (П.2) при условии поддержания в помещениях температуры внутреннего воздуха на заданном оптимальном для теплого периода года уровне в 24 °С (СП 60.13330):

$$t_{н.ох} = 24 - 19,3 \cdot 1243 / (0,407 \cdot 2147 + 0,28 \cdot 40 \cdot 124 \cdot 1,2 \cdot 1) = 11 \text{ } ^\circ\text{C},$$

где 19,3 Вт/м<sup>2</sup> – внутренние удельные тепlopоступления в летний период, уменьшенные относительно годового показателя в табл. А.1 из-за увеличения светового дня и, соответственно, сокращения тепlopоступлений от освещения согласно пункту П.2, а также интерполированные на принятое в примере заполнение офиса исходя из 10 м<sup>2</sup>/человека:

$$q_{вн.ох.оф.10} = (80/10) \cdot 6/6 + 0,88 \cdot (31,3 \cdot 0,9) \cdot 10^3 / (6 \cdot 365) = 19,3 \text{ Вт/м}^2.$$

Таким образом, в пасмурные дни при средней температуре наружного воздуха в рабочее время выше 11 °С начинается условный (см. примечание к п. П.1) охладительный период, внутренние тепlopоступления в помещениях здания начинают превышать тепlopотери через наружные ограждения и на нагрев приточного наружного воздуха в пасмурные дни.

Длительность условного охладительного периода  $z_{ох.н.раб.}$ , находится из графика времени стояния наружных температур для рассматриваемого региона, но учитывая, что в центральном регионе России среднемесячные температуры наружного воздуха в самые жаркие летние месяцы не превышают 18,7 °С, что свидетельствует о довольно низких

ночных температурах, не требующих охлаждения, тем более для офисных зданий это нерабочее время, целесообразно вычислить длительность стояния средних температур наружного воздуха в течение рабочего времени по уже применяемой формуле (Н.3):

$$t_{on,раб} = t_{on} + \Delta t \quad (\text{П.9})$$

Здесь применительно к охлаждательному периоду:  $t_{on,раб} = t_{н.ср.ох.н.раб.}$  – средняя наружная температура охлаждательного периода для рабочего времени;  $t_{on} = t_{н.ср.ох.н.}$  – средняя суточная наружная температура охлаждательного периода для данного региона;  $\Delta t$  – разность между значениями средней температуры охлаждательного периода для суток в целом и для части суток. Она зависит от длительности рабочего времени объекта в пределах суток и средней амплитуды суточных колебаний (отклонение от среднесуточного значения) температуры наружного воздуха,  $A_{th}$ , °С, принимаемая по имеющимся климатическим данным в зависимости от района строительства. В частном случае при начале рабочего дня в 9.00 и окончании 18.00:

$$\Delta t = 0,72 \cdot A_{th} \quad (\text{П.10})$$

Тогда, средняя температура наружного воздуха в летние и примыкающие к ним месяцы в рабочее время, используя климатические данные г. Москва о среднесуточной температуре наружного воздуха каждого месяца, будет:

апрель  $6,4 + 0,72 \cdot 5,4 = 10,3$  °С;  
 май  $13,0 + 0,72 \cdot 9,6 = 19,9$  °С;  
 июнь  $16,9 + 0,72 \cdot 9,6 = 23,8$  °С;  
 июль  $18,7 + 0,72 \cdot 9,6 = 25,6$  °С;  
 август  $16,8 + 0,72 \cdot 9,6 = 23,7$  °С;  
 сентябрь  $11,1 + 0,72 \cdot 9,6 = 18,0$  °С;  
 октябрь  $5,2 + 0,72 \cdot 5,4 = 9,1$  °С.

Апрель и октябрь – это месяцы отопительного периода, и в них средняя амплитуда суточных колебаний температуры наружного воздуха составляет  $A_{th} = 5,4$  °С, тогда как для охлаждательного периода  $A_{th} = 9,6$  °С (СП 131.13330).

Результаты сложения – это средние температуры наружного воздуха в рабочее время в середине месяца; 1 мая и 30 сентября средняя температура, соответственно, будет:  $(19,9 + 10,3)/2 = 15,1$  °С и  $(18,0 + 9,1)/2 = 13,6$  °С. Очевидно, что в охлаждательный период по числу дней со средней температурой наружного воздуха в рабочее время выше 11 °С, когда внутренние теплопоступления будут превышать теплопотери, вошли  $z_{ох.н} = 173$  дня с 18 апреля по 8 октября. Средняя наружная температура этого охлаждательного периода для рабочего времени находится как среднеарифметическое значение по формуле (П.11):

$$t_{н.ср.ох.н.раб.} = [13 \cdot (11 + 15,1)/2 + 31 \cdot 19,9 + 30 \cdot 23,8 + 31 \cdot 25,6 + 31 \cdot 23,7 + 30 \cdot 18 + 7 \cdot (11 + 13,6)/2] / 173 = 21,1 \text{ °С.} \quad (\text{П.11})$$

Тогда потребность в охлаждении для компенсации внутренних теплопоступлений за охлаждательный период составит (ф-ла П.4):

$$Q_{вн.ох.}^{200} = 1,0 \cdot 19,3 \cdot 1243 \cdot 173 \cdot 6 \cdot 10^{-3} \cdot [1 - (24 - 21,1) / (24 - 11)] = 19 \ 420 \text{ кВт} \cdot \text{ч.}$$

Но в число дней, в которые будет иметь место еще и теплопоступления в помещения через наружные ограждения и с наружным приточным воздухом, когда средняя температура наружного воздуха в рабочее время будет выше расчетной внутренней, равной 24 °С, помимо всех 31 дня июля войдут 12 дней июня со средней температурой в рабочее время  $t_{н.ср.раб.июнь} = 24,35$  °С и 10 дней августа с  $t_{н.ср.раб.авг} = 24,3$  °С, всего –  $z_{клим.ох.н.} = 53$  дня. Поэтому, градусо-сутки климатического охлаждательного периода в течение рабочего времени будут по формуле (П.5):

$$ГСОП_{клим.ох.н.раб} = (24,35 - 24) \cdot 12 + (25,6 - 24) \cdot 31 + (24,3 - 24) \cdot 10 = 57 \text{ °С} \cdot \text{сут.}$$

Количество теплопоступлений, исключая солнечные притоки, за охлаждательный период находятся по формулам (П.6) и (П.7), при определении внутренних теплопоступлений вместо понижающего коэффициента 0,85 принимается 1,0, потому что в охлаждательный период эти теплопоступления не используются, а с ними борются:

$$Q_{огр.ох.}^{200} = 0,407 \cdot 2147 \cdot 57 \cdot 6 \cdot 10^{-3} = 300 \text{ кВт} \cdot \text{ч.}$$

$$Q_{\text{вент. ох.}}^{\text{зод}} = 0,28 \cdot 40 \cdot 124 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 57 \cdot 6 \cdot 1,1 \cdot 10^{-3} = 627 \text{ кВт}\cdot\text{ч};$$

Дополнительные теплопоступления за счет повышения температуры наружной поверхности ограждений из-за облучения их солнцем.

Это эквивалентное действию солнечной радиации среднее за сутки повышение температуры наружной поверхности ограждения  $\Delta t_d$ , °С, находится по следующей формуле (Богословский В.Н. Строительная теплофизика. Изд. «Высшая школа». М. 1970):

$$\Delta t_d = p \cdot q_{\text{инс}} / a_n, \quad (\text{П.12})$$

где  $p$  – коэффициент поглощения солнечной радиации поверхностью ограждения, зависит от материала конструкции ограждения из табл.1.1 (там же), например, для рубероида покрытия  $p = 0,88$ ; для керамогранита стен  $p = 0,65$ ; для стекла  $p = 0,04$ ;

$q_{\text{инс}}$  – интенсивность падающей на ограждения солнечной радиации среднесуточная при действительных условиях облачности за три летних месяца  $q_{\text{инс}}$ , Вт/м<sup>2</sup>. Например для условий г. Москвы (МГСН 4.19–2005 Временные нормы и правила проектирования многофункциональных высотных зданий и зданий-комплексов в городе Москве. 2005г., в МГСН 2.01-99 данные неправильные), суммарная солнечная радиация за июнь-август составляет: на горизонтальную поверхность  $173+163+132 = 468 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ , на вертикальную северной ориентации  $42+42+35 = 119 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ , на вертикальную восточной/западной ориентации  $86+82+68 = 236 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ , на вертикальную южной ориентации  $81+80+81 = 242$ . А средняя за  $(30+31+31) \cdot 24 = 2208$  часов летнего периода, соответственно:  $468 \cdot 10^3 / 2208 = 212 \text{ Вт}/\text{м}^2$ , 54, 107 и 110 Вт/м<sup>2</sup>;

$a_n$  – коэффициент теплообмена на наружной поверхности ограждения, Вт/(м<sup>2</sup>·°С), в летний период, определяемый по формуле из СП 50.13330:

$$a_n = 1,16 \cdot (5+10 \cdot v^{0,5}) = 1,16 \cdot (5+10 \cdot 1^{0,5}) = 17,4 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С}), \quad (\text{П.13})$$

где  $v$  – минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль, принимаемая по СП 131.13330, но не менее 1 м/с.

Решение приведенного выше уравнения показывает, что среднесуточное повышение температуры на внешней поверхности покрытия здания за летний период составляет:

$$\Delta t_{d.\text{покр.}} = p \cdot q_{\text{инс}} / a_n = 0,88 \cdot 212 / 17,4 = 10,7 \text{°С};$$

$$\text{то же стен северной ориентации: } \Delta t_{d.\text{ст.сев.}} = 0,65 \cdot 54 / 17,4 = 2,0 \text{°С};$$

$$\text{то же стен ориентации восток/запад: } \Delta t_{d.\text{ст.в/з.}} = 0,65 \cdot 107 / 17,4 = 4,0 \text{°С};$$

$$\text{то же стен южной ориентации: } \Delta t_{d.\text{ст.юг.}} = 0,65 \cdot 110 / 17,4 = 4,1 \text{°С};$$

$$\text{то же окон северной ориентации: } \Delta t_{d.\text{ок.сев.}} = 0,04 \cdot 54 / 17,4 = 0,12 \text{°С};$$

$$\text{то же окон ориентации восток/запад: } \Delta t_{d.\text{ок.в/з.}} = 0,04 \cdot 107 / 17,4 = 0,24 \text{°С};$$

$$\text{то же окон южной ориентации: } \Delta t_{d.\text{ок.юг.}} = 0,04 \cdot 110 / 17,4 = 0,25 \text{°С}.$$

Очевидно, что дополнительными теплопоступлениями через окна из-за облучения их солнцем за малостью повышения температуры можно пренебречь, а через покрытие площадью  $A_{\text{покр}} = 415 \text{ м}^2$  (приведенное сопротивление теплопередаче  $R_{\text{покр}}^p = 4,12 \text{ м}^2 \cdot \text{°С}/\text{Вт}$ ) и стены ( $R_{\text{ст.}}^p = 3,08 \text{ м}^2 \cdot \text{°С}/\text{Вт}$ ), ориентированные на север и юг площадью по  $402 \text{ м}^2$ , восток и запад –  $134 \text{ м}^2$ , составят с учетом рабочего времени использования в день (см. табл. А.1 Приложения А)  $t = 6 \text{ ч}$ :

$$\Delta Q_{\text{покр}} = \Delta t_{d.\text{покр.}} \cdot (A_{\text{покр.}} / R_{\text{покр}}^p) \cdot (30+31+31) \cdot t / 10^3 = 10,7 \cdot (415/4,12) \cdot 92 \cdot 6 / 10^3 = 595 \text{ кВт}\cdot\text{ч};$$

$$\Delta Q_{\text{ст.сев.}} = 2,0 \cdot (402/3,08) \cdot 92 \cdot 6 / 10^3 = 144 \text{ кВт}\cdot\text{ч};$$

$$\Delta Q_{\text{ст.в+з.}} = 4,0 \cdot (134/3,08) \cdot 92 \cdot 6 / 10^3 = 96 \cdot 2 = 192 \text{ кВт}\cdot\text{ч};$$

$$\Delta Q_{\text{ст.юг.}} = 4,1 \cdot (402/3,08) \cdot 92 \cdot 6 / 10^3 = 295 \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

Всего дополнительные теплопоступления через покрытие и стены будут:

$$\Delta Q_{\text{покр+ст.}} = 595 + 144 + 192 + 295 = 1226 \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

Итого все теплопоступления в охлаждаемый период, за исключением солнечной радиации, поступающей непосредственно через светопрозрачные проемы, составят:

$$Q_{\text{ох.п. без инс.}}^{\text{зод}} = 19420 + 300 + 627 + 1226 = 21 \text{ 583 кВт}\cdot\text{ч}.$$

Количество теплопритоков с солнечной радиацией за охлаждаемый период  $Q_{\text{инс.ох.п.}}^{\text{зод}}$ , кВт·ч, поступающих через светопрозрачные проемы для всех фасадов зданий,

ориентированных по разным направлениям, следует определять по формуле (19) раздела 8 настоящего документа. Для конкретно принятого примера с площадью оконных проемов, ориентированных на север – 80 м<sup>2</sup>, восток – 35 м<sup>2</sup>, юг – 85 м<sup>2</sup>, запад – 35 м<sup>2</sup>, и средней интенсивностью солнечной радиации при действительных условиях облачности, характерной для московского региона ((МГСН 4.19–2005), за май-сентябрь плюс 13 дней апреля и 7 дней октября, соответственно 183+17, 359+27, 391+39 и 359+27 кВт·ч/м<sup>2</sup> (для других регионов по СП 23-101), количество тепlopоступлений с солнечной радиацией с учетом  $z_{раб} = 123$  рабочих дней (при 5-ти дневной рабочей неделе) в 173 днях теплого периода года и применения окон с эмиссионным покрытием стекла ( $\tau_{ок} = 0,8$ ;  $k_{ок} = 0,54$ ) и без солнцезащитных устройств составит:

$$Q_{инс.ох.п.}^{год} = [(183+17) \cdot 80 + (359+27) \cdot 35 + (391+39) \cdot 85 + (359+27) \cdot 35] \cdot 0,8 \cdot 0,54 \cdot 123 / 173 = 24\,440 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Годовые затраты холода на охлаждение помещений здания офиса будут:

$$Q_{ох.п.}^{год} = Q_{ох.п.без инс.}^{год} + Q_{инс.ох.}^{год} = 21583 + 24440 = 46\,023 \text{ кВт} \cdot \text{ч},$$

а удельные годовые на м<sup>2</sup> полезной площади помещений ( $A_{пол} = 1243 \text{ м}^2$ ):

$$q_{ох.п.}^{год} = 46023 / 1243 = \mathbf{37,0 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2}.$$

Приведенная методика расчета начала и длительности охладительного периода для общественных зданий, справедлива и для жилых домов. С учетом полученных в табл. А.1 Приложения А удельных величин внутренних тепlopоступлений и заданной интенсивности солнечной радиации при действительных условиях облачности, она позволяет оценить годовую потребность в холоде зданий, чтобы определить суммарные удельные годовые затраты энергии на них и установить класс энергетической эффективности здания.

В соответствие с ISO 13790:2008(E) (разделы 5.3–5.4) при расчете энергопотребления зданием за длительный период (обычно, месяц или сезон) использован рекомендованный метод квазистационарного состояния, который позволяет учесть динамические эффекты за счет выведенного эмпирическим путем показателя использования притоков или потерь. Из-за отсутствия достаточного практического опыта этот коэффициент пока принят равным 1. Рассчитанная по данной методике величина удельного годового расхода холода будет максимальной величиной, поскольку ее уточнение с использованием динамических характеристик только понизит это значение.