



Правительство Москвы

Комитет города Москвы по государственной экспертизе
проектов и ценообразования в строительстве
Московская государственная вневедомственная
экспертиза

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

Выпуск № 1 (8)

Москва 2004 г.

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ МОСГОСЭКСПЕРТИЗЫ

ВЫПУСК N1 (8) 2004 Г.

СОДЕРЖАНИЕ

- В.И. Ливчак.** Положения по изменению в расчете Энергетического паспорта проекта жилых и общественных зданий в связи с выходом СНиП 23-02-03 «Тепловая защита зданий» 3

Редакционная коллегия:

А.Л. Воронин (председатель), Е.Г. Антипова, А.Э. Белоусов, Н.Ю. Григорьева, В.И. Ливчак, А.В. Моисеев, С.Г. Оганесян, Ю.М. Пирогов (зам. председателя), А.М. Строганов (ответственный секретарь), А.А. Шанин

По вопросам распространения журнала и размещения рекламы обращаться по адресу:

125047, Москва, 2-ая Брестская., д. 8, к. 506

тел.: (095) 250-5235, факс: (095) 251-6084, E-mail: mgexp@post.mos.ru

Перепечатка статей и материалов только с разрешения редакционной коллегии.

Уважаемые коллеги.

Предлагаем вашему вниманию экспресс выпуск Информационного бюллетеня Мосгосэкспертизы, в котором даются разъяснения по применению недавно вышедшего СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» взамен СНиП 11-3-79* «Строительная теплотехника» при составлении раздела «Энергоэффективность» проектов жилых и общественных зданий.

В новом СНиП в отличие от предыдущего, провозглашается более прогрессивный потребительский подход в выборе теплозащиты проектируемых и реконструируемых зданий, когда нормируется не только сопротивление теплопередаче отдельных ограждающих конструкций здания, но и удельный расход тепла на отопление здания за отопительный период, т.е. конечный продукт – затраты топлива для обеспечения требуемого микроклимата в здании при выбранной конструкции наружных ограждений.

Это обстоятельство стимулирует проектировщиков не только к повышению сопротивления теплопередаче ограждений, но и к выбору оптимальных объемно-планировочных решений здания, эффективной системы автоматического регулирования отопления, применению совершенной системы вентиляции, а также способствует реализации энергосберегающих мероприятий и использованию возобновляемых источников энергии.

В отличие от МГСН 2.01-99 «Энергосбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и тепловодоснабжению», по которым выполняется раздел «Энергоэффективность» проекта и расчет теплозащиты зданий, в новом СНиП приводится расширенное применение этого метода не только на жилые здания и учреждения здравоохранения и образования, но и на все остальные общественные здания, а также административные и бытовые. Но, поскольку СНиП охватывает проектирование во всех регионах России, норматив удельного расхода тепла приводится в виде непривычного для Москвы отношения к градусо-суткам отопительного периода. Поэтому требуется адаптация СНиП к Московским городским строительным нормам, которая и приводится в данном экспресс выпуске Информационного бюллетеня Мосгосэкспертизы.

Кроме того, в СНиП 23-02-2003 уточняется методика расчета инфильтрации при определении годового теплопотребления на отопление, коэффициенты теплопотерь и энергоэффективности авторегулирования системы отопления, минимально допустимые величины сопротивления теплопередаче наружных ограждений. В связи с выходом нового СНиП 23-01-99 «Строительная климатология» изменились значения градусо-суток отопительного периода для Москвы и соответственно расчетные значения показателей теплозащиты. Поэтому в экспресс информации приводятся таблицы нормируемых для условий Москвы расчетных и допустимых значений сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций и удельного расхода тепловой энергии на отопление за отопительный период для зданий различного назначения.

Следует поддержать предложение о том, что в соответствии со СНиП 23-01-99 расчетная температура наружного воздуха при выборе теплозащиты здания принимается для Москвы минус 28°C, но при расчете тепловой мощности систем отопления и вентиляции она должна соответствовать той, которая принята для подавляющего большинства зданий сложившейся застройки и на которую рассчитан температурный график центрального регулирования отпуска тепла от централизованных источников теплоснабжения г. Москвы, то есть минус 26°C.

Для лучшего понимания нового материала в экспресс информации приводятся примеры расчета Энергетического паспорта жилого дома со встроенными нежилыми помещениями в 1-ом этаже и одного общественного здания. Кроме того, даны пояснения, необходимость которых возникла из 5-ти летнего опыта применения МГСН.

Редакция будет благодарна за предложения и замечания к данной работе, поскольку мы рассматриваем ее, как основание для последующего изменения МГСН 2.01-99.

Редакционная коллегия

В.И. Ливчак,

начальник отдела энергоэффективности зданий и сооружений,
систем инженерного оборудования Мосгосэкспертизы,
кандидат технических наук

**Положения по изменению в расчете Энергетического паспорта
проекта жилых и общественных зданий в связи с выходом
СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий».**

СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» принят и введен в действие с 1 октября 2003г. постановлением Госстроя России от 26.06.2003г. № 113 взамен СНиП II-3-79* «Строительная теплотехника».

Наряду со Сводом правил СП 23-101-2000 «Проектирование тепловой защиты зданий», Московскими городскими строительными нормами МГСН 2.01-99 «Энергосбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и тепловодоснабжению» и Пособия к ним (выпуск 1, 2000г.), СНиП 23-02-2003 является основным нормативным документом для составления раздела проекта «Энергоэффективность» и расчета Энергетического паспорта.

В СНиП 23-02-2003 есть указания о необходимости разработки этого раздела в п. 11.1. *«Контроль нормируемых показаний при проектировании и экспертизе проектов тепловой защиты зданий и показателей их энергоэффективности на соответствие настоящим нормам следует выполнять в разделе проекта «Энергоэффективность», включая энергетический паспорт согласно разделу 12 и Приложению Д».*

В новом СНиП (п. 5.1.), как и в МГСН закрепляются два подхода к контролю нормируемых показателей тепловой защиты зданий:

- *потребительский подход – необходимость соответствия требуемого удельного расхода тепловой энергии на отопление здания, позволяющий варьировать величинами теплозащитных свойств различных видов ограждающих конструкций здания с учетом объемно-планировочных решений и выбора систем поддержания микроклимата для достижения нормируемого значения этого показателя;*
- *предписывающий подход – необходимость соответствия приведенного сопротивления теплопередаче каждого элемента ограждающей конструкции здания значению, требуемому по таблице 4 в зависимости от назначения здания и величины градусо-суток отопительного периода региона, где предполагается строительство данного здания.*

Причем, *«если в результате удельный расход тепловой энергии на отопление здания окажется меньше нормируемого значения, то допускается уменьшение сопротивления теплопередаче отдельных элементов ограждающих конструкций здания по сравнению с нормируемым по таблице 4, но не ниже минимальных величин»*, указанных в п. 5.13.

В связи с изменениями в СНиП 23-01-99* «Строительная климатология», укажем новые по сравнению с МГСН значения параметров климата для Моск-

вы: средняя температура наружного воздуха за период со среднесуточной температурой не более 8°C будет равна $-3,1^{\circ}\text{C}$ при продолжительности отопительного периода 214 суток; то же со среднесуточной наружной температурой не более 10°C (при проектировании лечебно-профилактических, детских учреждений, домов-интернатов для престарелых и других зданий с расчетной средней температурой внутреннего воздуха 22°C и выше) $-2,2^{\circ}\text{C}$ при продолжительности отопительного периода 231 суток.

Расчетная температура наружного воздуха в холодный период года при расчете теплозащиты зданий, принимаемая равной средней температуре наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0,92, составляет для Москвы -28°C . Расчетная температура наружного воздуха при расчете тепловой мощности систем отопления и вентиляции должна соответствовать той, которая принята для подавляющего большинства зданий сложившейся застройки и на которую рассчитан температурный график центрального регулирования отпуска тепла от централизованных источников теплоснабжения Москвы, т.е. -26°C . Если изменить этот график на -28°C , то все здания, системы отопления которых рассчитаны на -26°C , будут недогреваться. Поэтому, если за расчетную температуру наружного воздуха для проектирования отопления принять -28°C , чтобы исключить перегрев системы в условиях действующего в Москве графика, необходимо выполнять подключение систем отопления к тепловым сетям через автоматизированный узел управления, обеспечивающий автоматическую корректировку графика подачи тепла в это здание. Обоснование такого решения приведено в [1] и не оспаривалось специалистами.

Приведем значения нормируемых сопротивлений теплопередаче ограждающих конструкций для зданий, строящихся в Москве в зависимости от их назначения с учетом таблицы 4 СНиП 23-02-2003 и допущений по снижению показателей согласно примечаний к таблице и п. 5.13, а также ограничений МГСН 2.01-99.

Таблица 1. Нормируемые и допустимые (через дробь) значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций в условиях Москвы.

Здания и помещения, Расчетная температура воздуха в здании	Градусо-сутки отопительного периода, $D_d, ^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$	Нормируемые значения сопротивления теплопередаче, $R_{req}, \text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$, ограждающих конструкций				
		Стен	Покрытий и перекрытий над проездами и эркерами	Перекрытий чердачных, над неотапливаемыми подпольями и подвалами	Окон и балконных дверей, витрин и витражей	Фонарей с вертикальным остеклением
1	2	3	4	5	6	7
1. Жилые здания, школы, гостиницы, общежития, интернаты с $t_{int}=20^{\circ}\text{C}$.	4943	3,13/ 1,97	4,67/ 3,74	4,12/ 3,30	0,54/ 0,54	0,37/ 0,35

1	2	3	4	5	6	7
2. Лечебно-профилактические учреждения с $t_{\text{int}}=21^{\circ}\text{C}$.	5359	3,28/ 2,07	4,88/ 3,90	4,31/ 3,45	0,55/ 0,54	0,38/ 0,36
3. Детские дошкольные учреждения, хосписы с $t_{\text{int}}=22^{\circ}\text{C}$.	5590	3,36/ 2,12	5,0/ 4,0	4,42/ 3,54	0,57/ 0,54	0,39/ 0,37
4. Аквапарки, бассейны с $t_{\text{int}}=27^{\circ}\text{C}$.	6745	3,22/ 2,03	4,30/ 3,44	3,66/ 2,93	0,54/ 0,54	0,42/ 0,40
5. Административные (офисы), учебные и др. общественные здания с $t_{\text{int}}=20^{\circ}\text{C}$.	4943	2,68/ 1,69	3,58/ 2,86	3,03/ 2,42	0,54/ 0,51	0,37/ 0,35
6. Общественные здания с $t_{\text{int}}=18^{\circ}\text{C}$.	4515	2,55/ 1,61	3,41/ 2,73	2,88/ 2,30	0,43/ 0,41	0,36/ 0,34
7. Общественные здания с $t_{\text{int}}=16^{\circ}\text{C}$	4087	2,43/ 1,53	3,23/ 2,58	2,73/ 2,18	0,40/ 0,38	0,35/ 0,33

Примечание: если значение коэффициента остекленности фасада в жилых зданиях превышает 18%, а в общественных более 25% приведенное сопротивление теплопередаче окон (кроме мансардных) должно быть не ниже $0,56 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$, а в лечебно-профилактических и детских дошкольных учреждениях – не ниже $0,65 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$.

СНиП 23-02-2003 по сравнению с МГСН 2.01-99 расширил по типам зданий значения нормируемого удельного расхода тепловой энергии на отопление зданий за отопительный период, однако в табл. 9 приводятся эти величины в размерности $\text{кДж}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут})$ или $\text{кДж}/(\text{м}^3 \cdot ^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут})$, что предполагает распространение этих норм на все регионы России.

Москва характеризуется конкретной величиной градусо-суток и придерживается общепринятого в Европе обозначения количества потребленной тепловой энергии не в кДж , а в кВт ч . Кроме того, в Москве принято закладывать в показатели проекта и вести отчетность по общей площади квартир для жилых зданий и полезной площади помещений для общественных зданий. Исходя из этих положений пересчитаем показатели таблицы 9 СНиП на московские условия, принимая высоту помещений гостиниц и общежитий – 2,8м, административных зданий, школ, интернатов, поликлиник, лечебных и дошкольных учреждений равной 3,3м, а сервисного обслуживания – 4,5м. Если высота помещений будет выше, то здание относится к категории элитных, и инвесторы имеют возможность потратить больше средств на дополнительные энергосберегающие мероприятия.

Таблица 2. Нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление зданий за отопительный период q_h^{req} для условий Москвы, кВт ч/м².

Типы зданий	Этажность зданий							
	1	2	3	4-5	6-7	8-9	10-11	12 и выше
1. Жилые, гостиницы, общежития	По табл. 3			120*	110	105	100	95
2. Административные.	165	155	145	125	110	100	90	90
3. Общественные, кроме перечисленных в поз 4, 5 и 6 таблицы.	190	175	160	145	140	135	130	125
4. Поликлиники и лечебные учреждения, дома интернаты	170	165	160	155	150	145	140	-
5. Дошкольные учреждения.	230	-	-	-	-	-	-	-
6. Сервисного обслуживания.								
$t_b = 20$	140	135	130	125	125	-	-	-
18	130	125	120	115	115	-	-	-
16	120	115	110	105	105	-	-	-
Примечание *) для 4-х этажных многоквартирных отдельностоящих и блокированных по таблице 3.								

Таблица 3. Нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление q_h^{req} жилых домов многоквартирных отдельно стоящих и блокированных, кВт ч/м²

Отапливаемая площадь домов, м ²	С числом этажей			
	1	2	3	4
60 и менее	195	--	--	--
100	170	185	--	--
150	150	165	180	--
250	135	145	150	160
400	--	125	130	150
600	--	110	115	125
1000 и более	--	95	105	110
Примечание - При промежуточных значениях отапливаемой площади дома в интервале 60 – 1000 м ² значения q_h^{req} должны определяться по линейной интерполяции.				

СНиП 23-02-2003 поправил СП, приведя в соответствии с МГСН 2.01-99 понятие удельного расхода тепловой энергии на отопление, отнеся его к площади пола квартир или полезной площади помещений здания (без площади лестниц, лифтовых шахт, тамбуров) и уточнив, что в эти площади не входят также технические этажи и гаражи (п. Г.1). Это важное уточнение, потому что без

него была путаница и в определении отапливаемого объема, учитываемого при определении площадей наружных ограждений.

Следовательно, при наличии в многофункциональном здании гаража или автостоянки наружным ограждением считается стена или перекрытие между помещениями, для которых выполняется расчет теплозащиты, и автостоянкой. Также, если в здании имеется неотапливаемое техподполье или оно заканчивается «теплым» чердаком (неотапливаемое чердачное пространство, являющееся камерой сбора удаляемого из квартир воздуха), то наружным ограждением будет перекрытие техподполья и перекрытие верхнего жилого этажа.

При этом, исходя из теплового баланса помещений техподполья и «теплого» чердака следует определить расчетную температуру воздуха в них. Проверку достаточности утепления этих перекрытий надо выполнять с учетом уменьшения нормируемых значений их сопротивления теплопередаче на температурный коэффициент n , определяемый по формуле 5 в примечании к таблице 6:

$$n = (t_{int} - t_c) / (t_{int} - t_{ext}),$$

где t_{int} – расчетная средняя температура воздуха в здании,

t_c – расчетная температура воздуха в техподполье, теплом чердаке или автостоянке,

t_{ext} – расчетная температура наружного воздуха в холодный период.

Если техэтаж находится между этажами или под кровлей здания, но отапливается и служит для прокладки коммуникаций и размещения инженерного оборудования, то он входит в отапливаемый объем при расчете теплозащиты, а в полезную площадь не включается.

Если подвал отапливается и используется в качестве служебного помещения (гардеробы, столовые, тренировочные или игровые залы и т.д.), площадь этих помещений входит в полезную, а границей отапливаемого объема являются стены в земле и полы по грунту подвала, которые также проверяются на соответствие нормируемым значениям сопротивления теплопередаче.

В зависимости от того входят ли в отапливаемый объем для расчета теплозащиты подвал и чердак, а также от того, где расположен теплогенератор, обеспечивающий отопление, в СНиП 23-02-2003 приводятся значения коэффициента β_h , учитывающего дополнительное теплopotребление системой отопления:

- $\beta_h = 1,07$ для зданий с отапливаемым подвалом;
- $\beta_h = 1,05$ для зданий с отапливаемым чердаком или с квартирными генераторами теплоты (п. Г.2).

В СНиП 23-02-2003 впервые включено (примечание 5 к таблице 4), что нормируемое значение сопротивления теплопередаче перекрытий помещений жилых домов с периодическим пребыванием людей (отапливаемых чердаков, лестничных клеток, а также над проездами, если перекрытия являются полом технического этажа) следует принимать не как для жилых зданий, а как для общественных по поз. 2 таблицы 4 (в нашем тексте – это таблица 1).

В СНиП 23-02-2003 уточнена формула определения приведенного коэффициента теплопередачи через наружные ограждения K_m^{tr} при расчете расхода тепловой энергии в течение отопительного периода. Если при определении этого расхода в расчетных условиях оправдано введение коэффициента β , учитывающего дополнительные теплопотери, связанные с ориентацией ограждений по сторонам света, с ограждениями угловых помещений, с поступлением холодного воздуха через входы в здание, то, рассчитывая потребление тепла за отопительный период, эти дополнительные теплопотери учитываются включением в состав слагаемых теплопоступлений с солнечной радиацией и, как будет показано далее, включением потерь тепла с инфильтрацией воздуха через входные двери. Повышенные теплопотери угловых помещений учитываются коэффициентом β_h , о котором было сказано выше.

Поэтому, в формуле Г.5 определения K_m^{tr} за отопительный период коэффициент β исключен. Рекомендовано, в отличие от СП 23-101-2000 и МГСН 2.01-99 при проектировании стен в земле и полов по грунту площадь их поверхности разделять на зоны со своими значениями сопротивления теплопередаче, как это приведено в СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование». Строго говоря, при расчете K_m^{tr} следовало бы температурные коэффициенты n пересчитать на среднезимние условия, но мы точно не знаем, какая будет температура воздуха в техподполье или чердаке при этом. Однако, предполагая, что она будет повышаться до средней между расчетной и в смежном отапливаемом помещении, а наружная температура тоже будет средней между расчетной наружной и расчетной внутренней, не будет большой ошибки, если мы оставим эти коэффициенты определенными из расчетных условий.

Существенные изменения произошли в расчете условного коэффициента теплопередачи здания, учитывающего теплопотери за счет инфильтрации и вентиляции, K_m^{inf} .

Во-первых, приняты новые нормативы по минимальному воздухообмену в квартирах жилых зданий и в рабочих помещениях общественных зданий, обеспечиваемые нагревом от системы отопления, в основе которых положен АВОК Стандарт-1-2002 «Здания жилые и общественные. Нормы воздухообмена» и СНиП 31-05-2003 «Общественные здания административного назначения»

В п. Г.4 Приложения Г СНиП 23-02-2003 записано: «...Количество приточного воздуха в здание при неорганизованном притоке, либо нормируемое (для расчета теплозащиты) значение при механической вентиляции, $m^3/ч$, равно:

- а) жилых зданий с заселенностью квартиры $20 m^2$ общей площади на человека и менее – $3 m^3/ч$ на $1 m^2$ площади жилых комнат;
- б) других жилых зданий – 0,35 обмена в час объема квартиры, но не менее $30 m^3/ч$ на человека (в СНиП ошибочно записано, как объема на площади жилых комнат с высотой 3м, следует читать – на площади квартир);

в) общественных и административных зданий принято условно (только для расчета теплозащиты, а не производительности систем приточной вентиляции) для офисов и объектов сервисного обслуживания – $4 \text{ м}^3/\text{ч}$ на 1 м^2 расчетной площади здания, для учреждений здравоохранения и образования – $5 \text{ м}^3/(\text{ч м}^2)$, для спортивных зрелищных и детских дошкольных учреждений – $6 \text{ м}^3/(\text{ч м}^2)$.

(градация минимального удельного объема притока принята с учетом расчетной площади, приходящей на человека, и увеличенной высоты помещений спортивных и зрелищных сооружений).

Как показали расчеты воздушного режима жилых зданий с современными окнами [2,3], сопротивление воздухопроницанию которых превышает $0,9 \text{ м}^2 \cdot \text{ч}/\text{кг}$ при разности давлений в 10 Па , инфильтрация воздуха на 1-ом этаже 3-х комнатной квартиры 25-ти этажного дома даже в расчетных условиях не превышает нормативного воздухообмена, необходимого для вентиляции этой квартиры. Это подтверждает возможность принять воздухообмен, обеспеченный нагревом от системы отопления, для всех квартир жилого дома в объеме нормативного притока. К этому воздухообмену следует добавить объем инфильтрующегося воздуха через оконные и дверные проемы лестничной клетки и лифтовых холлов (ЛЛУ), который будет зависеть от наружной температуры и ветра.

В общественных зданиях указанный воздухообмен имеет место только в рабочий период, а в нерабочее время, когда механические системы вентиляции будут выключены, инфильтрация будет определяться разностью давлений на каждом ограждении, которое будет зависеть от изменения наружной температуры, скорости и направления ветра (навстречный и попутный фасады), расположением данного проема по высоте здания и характеристике его сопротивления воздухопроницанию. Для расчета этой сложной зависимости пока не найдено простого решения, поэтому СНиП 23-02-2003 для расчета теплозащиты допускает принимать для общественных зданий в нерабочее время воздухообмен, обеспеченный нагревом от системы отопления, в объеме полукратного обмена в час, который затем складывается с воздухообменом в рабочее время с учетом длительности каждого периода, чтобы определить условный инфильтрационный коэффициент теплопередачи здания.

Следует заметить, что полукратный воздухообмен в нерабочее время очень завышен, он почти в 10 раз превышает инфильтрацию при условии того, что всё здание под разрежением и все фасады здания навстречные. Поэтому, более логично определять инфильтрацию расчетом исходя из последних условий.

При определении объема инфильтрации воздуха через оконные и дверные проемы ЛЛУ полагают, что вся лестничная клетка находится под разрежением и на навстречном фасаде. Тогда, на уровне входных в здание дверей будет действовать разность давлений воздуха, определяемая формулой 13 СНиП 23-02-2003 (п. 8.2) с подстановкой температуры наружного и внутреннего воздуха

и скорости ветра, соответствующих среднему за отопительный период значению (для Москвы $t_{\text{int}}=16^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{ext}}=-3,1^{\circ}\text{C}$ и $V=3,8\text{м/с}$). А для окон и балконных дверей наружных переходов ЛПУ – та же формула, но с заменой в ней величины 0,55 на 0,28, что будет соответствовать разности давлений наружного и внутреннего воздуха на середине высоты здания.

Если в жилом здании 1-ый этаж нежилой, без конкретной технологии, объем инфильтрации воздуха через оконные и дверные проемы этого этажа в нерабочее время можно определить, используя ту же формулу 13 (допуская, что все проемы выходят на наветренный фасад), подставляя расчетную температуру внутреннего воздуха $t_{\text{int}}=20^{\circ}\text{C}$, как для офисных помещений, и задавая при определении интегрального инфильтрационного коэффициента режим работы 8 часов в день при 5-ти дневной рабочей неделе.

В отличие от предыдущего СНиП и МГСН плотность инфильтрующегося или приточного воздуха принимается для средней температуры между наружным и внутренним воздухом:

$$\rho=353/[273+0,5(t_{\text{int}}+t_{\text{ext}})] \quad (\text{Г.7})$$

И, наконец, в СНиП 23-02-2003 включены рекомендации по расчету удельной величины бытовых тепловыделений как в квартирах (в диапазоне 17-10 Вт/м² площади жилых комнат в зависимости от заселенности квартир 20-45 м²/чел), так и в общественном здании по отношению к расчетной площади помещений (исходя из количества людей, находящихся в здании, освещения и пользования оргтехникой, с учетом количества рабочих часов в неделю), и коэффициента эффективности авторегулирования подачи тепла в системы отопления в долях (от 0,5 до 1,0) от величины возможных теплопоступлений с солнечной радиацией и внутренних тепловыделений в течение отопительного периода, приведенных ранее в Пособии к МГСН 2.01-99.

* Кстати, если в проекте не указана расчетная площадь помещений здания общественного назначения, из опыта можно принимать коэффициент её пересчета от полезной равным 0,75-0,8 для многоэтажных зданий, а если это встроенные помещения 1-го нежилого этажа – 0,9.

С целью стимулирования участников проектирования и строительства энергоэффективных зданий в СНиП 23-02-2003 приводится классификационная таблица №3, в соответствии с которой здания при проектировании разделяются по эффективности на классы: нормальный, высокий и очень высокий. А существующие здания с целью разработки органами администрации очередности и мероприятий по их реконструкции подразделяются на низкий, когда величина отклонения расчетно-фактического значения удельного расхода тепла на отопление от нормативного в пределах 75% и очень низкий, если величина отклонения превышает 75%.

В СНиП 23-02-2003 приводятся требования к контролю нормируемых показателей при приемке в эксплуатацию зданий и в процессе эксплуатации.

II. 11.2 Контроль нормируемых показателей тепловой защиты и ее отдельных элементов эксплуатируемых зданий и оценку их энергетической эф-

фективности следует выполнять путем натурных испытаний, и полученные результаты следует фиксировать в энергетическом паспорте.

П.11.4 При приемке зданий в эксплуатацию следует осуществлять:

- выборочный контроль кратности воздухообмена в 2-3 помещениях (квартирах) или в здании при разности давлений 50 Па согласно разделу 8 и ГОСТ 31167 и при несоответствии данным нормам принимать меры по снижению воздухопроницаемости ограждающих конструкций по всему зданию;

- согласно ГОСТ 26629 тепловизионный контроль качества тепловой защиты здания с целью обнаружения скрытых дефектов и их устранения.

СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» в сочетании с ГОСТ 31168-2003 «Здания жилые. Метод определения удельного потребления тепловой энергии на отопление» позволяют провести энергетическую паспортизацию существующих зданий, что является обязательным в странах Европейского союза.

В качестве приложения к данной работе приводится методика расчета параметров Энергетического паспорта жилого дома с 1-ым нежилым этажом и общественного здания на примере конкретных проектов, а также наши рекомендации к теплотехническому расчету "теплых" чердаков и техподполий.

Литература:

1. Ливчак В.И. "К вопросу изменения расчетных параметров наружного воздуха". Энергосбережение. 2001. № 1.
2. Грудзинский М.М., Ливчак В.И., Поз М.Я «Отопительно-вентиляционные системы зданий повышенной этажности». М. Стройиздат, 1982.
3. Малявина Е.Г., Бирюков С.В., Дианов С.Н. «Вентиляция жилых домов с теплым чердаком». АВОК. 2004. № 3.

Приложение 1.

Пример расчета параметров Энергетического паспорта жилого 17-ти этажного 4-х секционного панельного здания серии П44Т/17, скомпонованного из следующих типов секций: 1-2, 1-1, 1-1 4-3 (угловая) с 1-м нежилым этажом для первых двух секций, «теплым» чердаком ($t_b=17^\circ\text{C}$) и техподпольем, где проходят инженерные коммуникации ($t_b=15^\circ\text{C}$).

Исходные данные (из проекта).

Строительный объем отапливаемой части здания – $V_o = 62927 \text{ м}^3$.

Общая площадь квартир – $A_h = 15417 \text{ м}^2$, в том числе полезная площадь нежилых помещений – 463 м^2 .

Площадь жилых комнат – $A_r = 8667 \text{ м}^2$.

Количество квартир – 264.

Расчетное количество жителей – $m = 746$ (заселенность – $14954/746 = 20,05 \text{ м}^2/\text{чел}$);

Высота здания от пола 1-го этажа до обреза вытяжной шахты – $H = 52 \text{ м}$;

Общая площадь наружных ограждающих конструкций – $A_{ext} = 16226 \text{ м}^2$.

Компактность здания – $A_{ext}/V_o = 16226/62927 = 0,26$.

Опускаем перечень величин площадей отдельных ограждений и их приведенного сопротивления теплопередаче, за исключением необходимых при расчете K_m^{inf} .

- площади окон и балконных дверей квартир $A_F = 2513 \text{ м}^2$;
- площади окон и балконных дверей ЛПУ $A_{F, ЛПУ} = 262 \text{ м}^2$;
- площади входных дверей с витражами $A_{ed} = 72,8 \text{ м}^2$;
- площадь окон 1-го нежилого этажа $A_{F.1н/ж} = 52,2 \text{ м}^2$.

Расчетная часть

п.2.2.2 Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи K_m^{tr} , определяется по формуле Г.5 СНиП 23-02-2003 с учетом понижающих температурных коэффициентов для наружных ограждений, граничащих с помещениями, где температура внутреннего воздуха выше температуры наружного (потолок верхнего этажа и пол 1-го этажа). Составляющие величины приняты из проекта и для краткости не расфигуровываются:

$$K_m^{tr} = [10845/3,31 + (2565+262)/0,62 + 72,8/0,45 + 210/1,04 + 23/2,8 + (986/0,36) \cdot (20-17)/(20+28) + (1262/0,57) \cdot (20-15)/(20+28)] / 16226 = 0,532 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}).$$

п. 2.2.5 Условный инфильтрационный коэффициент теплопередачи K_m^{inf} , определяется согласно п.п. Г.3-Г.5 СНиП 23-02-2003, но с сохранением порядка проведения расчетов, как в МГСН 2.01-99:

- для жилой части дома исходя из нормы притока наружного воздуха в объеме $30 \text{ м}^3/\text{ч}$ на одного жителя $K_{m,жс}^{inf} = 0,28 \cdot 30 \cdot \rho / A_{ex}$
- в расчетных условиях (при $\rho = 353/[273+0,5 \cdot (18-26)] = 1,31 \text{ кг}/\text{м}^3$):

$$K_{m,ж}^{inf,h} = 0,28 \cdot 30 \cdot 746 \cdot 1,31/16226 = 0,506 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С});$$

- при средней наружной температуре отопительного периода
 $(\rho = 353/[273+0,5 \cdot (20-3,1)] = 1,25 \text{ кг}/\text{м}^3)$:

$$K_{m,ж}^{inf,hy} = 0,28 \cdot 30 \cdot 746 \cdot 1,25/16226 = 0,483 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С});$$

- для нежилой части дома в рабочее время расчетный воздухообмен условно принимается в объеме $4 \text{ м}^3/\text{ч}$ на 1 м^2 расчетной площади (при неизвестной технологии использования помещений, расчетная площадь получается умножением полезной площади на 0,9), а в нерабочее время – исходя из воздухопроницаемости светопрозрачных наружных ограждений под действием расчетной разности давлений воздуха на них; для ЛЛУ – постоянно в течение суток исходя из воздухопроницаемости окон, балконных дверей наружных переходов и входных наружных дверей.

Разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций находится из выражения:

$$\Delta p = B \cdot H \cdot (\gamma_{ext} - \gamma_{int}) + 0,03 \cdot \gamma_{ext} \cdot v^2, \text{ где:}$$

B – коэффициент положения рассматриваемых проемов по высоте, для входных дверей в здание и окон 1-го нежилого этажа $B=0,55$; для окон и балконных дверей наружных переходов ЛЛУ $B=0,28$;

H – высота здания от пола 1-го этажа до верха вытяжной шахты, в данном примере $H=52 \text{ м}$;

γ_{ext} – удельный вес наружного воздуха, равный в расчетных условиях:

- при $t_n = -28^\circ\text{С}$: $3463/(273-28) = 14,13 \text{ Н}/\text{м}^3$,
- при средней температуре отопительного периода $t_n = -3,1^\circ\text{С}$:
 $3463/(273-3,1) = 12,83 \text{ Н}/\text{м}^3$;

γ_{int} – удельный вес внутреннего воздуха, равный при определении инфильтрации через окна квартир и нежилых помещений 1-го этажа для расчетной температуры 18°С : $3463/(273+18) = 11,9 \text{ Н}/\text{м}^3$, для средней температуры воздуха за отопительный период 20°С : $3463/(273+20) = 11,82 \text{ Н}/\text{м}^3$, для входных дверей в здание, окон и балконных дверей ЛЛУ при $t_b = 16^\circ\text{С}$: $3463/(273+16) = 11,98 \text{ Н}/\text{м}^3$;

v – расчетная скорость ветра, для Москвы в расчетных условиях $4,9 \text{ м}/\text{с}$., а при среднезимних условиях $3,8 \text{ м}/\text{с}$.

Тогда, разность давлений воздуха для окон и балконных дверей квартир, ЛЛУ, входных наружных дверей и окон нежилых этажей в расчетных условиях:

$$\Delta p_{ллу}^h = 0,28 \cdot 52 \cdot (14,13-11,98) + 0,03 \cdot 14,13 \cdot 4,9^2 = 41,5 \text{ Па};$$

То же при средней температуре отопительного периода:

$$\Delta p_{ллу}^{hy} = 0,28 \cdot 52 \cdot (12,83-11,98) + 0,03 \cdot 12,83 \cdot 3,8^2 = 17,9 \text{ Па};$$

Для входных дверей в здание, соответственно:

$$\Delta p_{ed}^h = 0,55 \cdot 52 \cdot (14,13-11,98) + 0,03 \cdot 14,13 \cdot 4,9^2 = 71,7 \text{ Па};$$

$$\Delta p_{ed}^{hy} = 0,55 \cdot 52 \cdot (12,83-11,98) + 0,03 \cdot 12,83 \cdot 3,8^2 = 29,9 \text{ Па};$$

Для окон 1-го нежилого этажа, соответственно:

$$\Delta p_{1н/ж}^h = 0,55 \cdot 52 \cdot (14,13 - 11,9) + 0,03 \cdot 14,13 \cdot 4,9^2 = 74,0 \text{ Па.}$$

$$\Delta p_{1н/ж}^{hy} = 0,55 \cdot 52 \cdot (12,83 - 11,82) + 0,03 \cdot 12,83 \cdot 3,8^2 = 34,4 \text{ Па.}$$

Принимая сопротивление воздухопроницанию ограждающих конструкций из сертификата испытаний или из СП (окон нежилого этажа $0,9 \text{ м}^2 \cdot \text{ч/кг}$, окон и балконных дверей наружных переходов ЛЛУ - $0,47 \text{ м}^2 \cdot \text{ч/кг}$, входных наружных дверей - $0,14 \text{ м}^2 \cdot \text{ч/кг}$, при расчетном перепаде давлений в 10 Па), находим количество воздуха, прошедшее через эти ограждения под действием расчетной и средней разности давлений, по формуле Г.9 СНиП:

$$G_{inf}^r = A_{F.1н/ж} \cdot (\Delta p_{1н/ж}/10)^{2/3}/0,9 + A_{F.ллу} \cdot (\Delta p_{ллу}/10)^{2/3}/0,47 + A_{ед} \cdot (\Delta p_{ед}/10)^{1/2}/0,14$$

Для помещений 1-го нежилого этажа и ЛЛУ в расчетных условиях:

$$G_{inf}^h = 52 \cdot (74/10)^{2/3}/0,9 + 262 \cdot (41,5/10)^{2/3}/0,47 + 73 \cdot (71,7/10)^{1/2}/0,14 = 3063 \text{ кг/ч,}$$

а инфильтрационный коэффициент теплопередачи составит:

$$K_m^{inf}{}_{ллу} = 0,28 \cdot 3063 \cdot 1,0 / 16226 = 0,053 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)},$$

где $1,0$ – коэффициент встречного теплового потока в окнах с одинарными переплетами.

Суммарный для определения мощности системы отопления приведенный инфильтрационный коэффициент теплопередачи здания составит:

$$K_m^{inf.h} = 0,506 + 0,053 = 0,559 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}.$$

При средней наружной температуре отопительного периода количество воздуха, прошедшее через окна и балконные двери ЛЛУ и входные наружные двери:

$$G_{inf}^{hy} = 262 \cdot (17,9/10)^{2/3}/0,47 + 73 \cdot (29,9/10)^{1/2}/0,14 = 1726 \text{ кг/ч,}$$

а инфильтрационный коэффициент теплопередачи составит:

$$K_m^{inf}{}_{ллу} = 0,28 \cdot 1726 \cdot 1,0 / 16226 = 0,030 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)};$$

То же через окна помещений нежилого этажа в нерабочее время:

$$G_{inf.н/ж}^{hy} = 52 \cdot (34,4/10)^{2/3}/0,9 = 132 \text{ кг/ч,}$$

$$K_m^{inf}{}_{н/ж.н/р} = 0,28 \cdot 132 \cdot 1,0 / 16226 = 0,002 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}.$$

Условный инфильтрационный коэффициент теплопередачи в рабочее время в помещениях нежилого этажа составит:

$$K_m^{inf}{}_{н/ж.раб.} = 0,28 \cdot 4 \cdot 463 \cdot 0,9 \cdot 1,25 / 16226 = 0,036 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)};$$

тогда, интегральный инфильтрационный коэффициент теплопередачи в нежилых помещениях для определения теплопотребления за отопительный период (при 8-ми часовом рабочем дне и 5-ти дневной рабочей неделе) будет:

$$K_m^{inf.int} = (0,036 \cdot 8 \cdot 5/7 + 0,002 \cdot 16 \cdot 8/7) / 24 = 0,010 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}.$$

Суммарный приведенный инфильтрационный коэффициент теплопередачи для определения годового теплопотребления на отопление:

$$K_m^{inf.hy} = 0,483 + 0,03 + 0,01 = 0,523 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}.$$

2.3.1. Установленная мощность системы отопления (п. 5.1.3.) МГСН 2.01-99.

Определяется для жилой части здания с учетом внутренних тепловыделений (при их удельной величине 17 Вт/м^2 площади жилых комнат), а для нежи-

лой части (с непостоянным пребыванием людей) – без учета внутренних тепловыделений и из расчета нагрева наружного воздуха в объеме инфильтрации его через закрытые окна:

$$Q_h = [(0,532 \cdot 1,13 + 0,559) \cdot (18+26) \cdot 16226 - 17 \cdot 8667] \cdot 1,13 \cdot 10^{-3} = 769 \text{ кВт}.$$

2.3.4. Удельный максимально-часовой расход тепловой энергии на отопление (п. 5.1.5.)

$$q_h = 769 \cdot 10^3 / 15417 = 50 \text{ Вт/м}^2.$$

2.3.5. Удельная тепловая характеристика здания (п. 5.1.4.)

$$q_m = 769 \cdot 10^3 / (18+26) / 62927 = 0,28 \text{ Вт/(м}^3 \cdot \text{°C)}.$$

2.4.1. Годовой (базовый) расход тепловой энергии на отопление (п. 5.1.6.) без учета местного (на вводе) и индивидуального (на отопительных приборах) авторегулирования теплоотдачи, то есть при наличии только центрального (в ЦТП или на станции) регулирования температуры подаваемого теплоносителя:

$$Q_{h.bas}^y = 24 \cdot 769 \cdot 214 \cdot (20+3,1) / (20+26) = 2073450 \text{ кВт ч}.$$

2.5.1. Общие теплопотери через оболочку здания за отопительный период (п. 3.5.5)

$$Q_{ht}^y = 0,024 \cdot (0,532 + 0,523) \cdot 4943 \cdot 16226 = 2029920 \text{ кВт ч}.$$

2.5.2. Теплопоступления в здание за отопительный период от внутренних тепловыделений в квартирах (исходя из удельной величины 17 Вт/м^2), нежилых помещениях (удельная величина определяется ниже) и от теплопоступлений через окна от солнечной радиации согласно п. 3.5.6. МГСН 2.01-99

($Q_s^y = 282535 \text{ кВт ч}$ – расчет по площадям окон, ориентированных на разные фасады выполняется в таблице Энергетического паспорта, принимая $\tau_F = 0,8$, $k_F = 0,57$).

Удельная величина внутренних тепловыделений в помещениях нежилого этажа рассчитывается в соответствии с п.Г.6 СНиП, принимая, что человек выделяет в спокойном состоянии 90 Вт тепловой энергии и на него приходится 10 м^2 расчетной площади здания, удельная интенсивность освещения по таблице 8.2 МГСН 2.01-99 – 25 Вт/м^2 в течение половины рабочего времени, удельные теплопоступления от оргтехники – 10 Вт/м^2 при длительности 40% рабочего времени, включающего 8 час. в день при 5-ти дневной рабочей неделе.

$$q_{int. н/ж} = (90/10 + 25 \cdot 0,5 + 10 \cdot 0,4) \cdot 8 \cdot 5/7/24 = 6,07 \text{ Вт/м}^2.$$

2.5.3. Потребность тепловой энергии на отопление здания за отопительный период (п. 3.5.6., формулы 3.9 и 3.10 с учетом коэффициента эффективности автоматизации отопления $\eta = 0,9$ – местное авторегулирование на вводе (АУУ) и термостаты на отопительных приборах однотрубной системы отопления.

$$Q_h^y = \{2029920 - [0,024 \cdot 214 \cdot (17 \cdot 8667 + 6,07 \cdot 463 \cdot 0,9) + 282535] \cdot 0,8 \cdot 0,9\} \cdot 1,13 = 1437690 \text{ кВт ч}$$

Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания за отопительный период (п. 3.5.7.)

$$q_h^{\text{des}} = 1437690 / 15417 = 93,3 \text{ кВт ч/м}^2,$$

что ниже значения, требуемого по таблице 3.3 МГСН и таблицы 9 СНИП с коррекцией в таблице 2 этого документа (не более 95 кВт ч/м²). Следовательно, проект теплозащиты рассматриваемого здания соответствует требованиям МГСН 2.01-99 и СНИП 23-02-2003.

В пояснительной записке к разделу «Энергоэффективность» следует привести ожидаемую экономию от применения эффективной системы авторегулирования отопления. Для жилых зданий сравнение выполняется с базовым потреблением системы отопления за отопительный период. В этом случае годовая экономия тепла составит:

$$Q_{\text{эк}} = Q_{\text{hbas}}^y - Q_h^y = 2073450 - 1437690 = 635760 \text{ кВт ч},$$

что по отношению к базовому теплопотреблению составляет:

$$635760 \cdot 100 / 2073450 = 31\%.$$

Приложение 2.

Пример расчета параметров Энергетического паспорта здания общеобразовательной школы на 660 учащихся типовой серии И-1577А, выпуск 1999г.

Школа из трехслойных железобетонных панелей, 4-х этажная бесчердачная и с техподпольем для прокладки инженерных коммуникаций ($t_b=10^{\circ}\text{C}$).

Исходные данные (из проекта):

- строительный объем отапливаемой части здания – $V_o=26163 \text{ м}^3$;
- полезная площадь здания – $A_h=6674 \text{ м}^2$;
- расчетная площадь помещений – $A_r=5515 \text{ м}^2$;
- высота здания от пола 1-го этажа до обреза вытяжной шахты – $H=16 \text{ м}$.
- общая площадь наружных ограждений конструкций – $A_{\text{ext}}=6783 \text{ м}^2$;
- компактность здания – $A_{\text{ext}}/V_o = 6783/26163 = 0,26$;
- площадь окон $A_F=1053 \text{ м}^2$;
- площадь входных дверей $A_{\text{ed}}=31 \text{ м}^2$.

Расчетная часть

п.2.2.2 Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи K_m^{tr} , определяется по формуле Г.5 СНиП 23-02-2003 с учетом понижающих температурных коэффициентов для наружных ограждений, граничащих с помещениями, где температура внутреннего воздуха выше температуры наружного (пол 1-го этажа), составляющие величины приняты из проекта и для краткости не расшифровываются:

$$K_m^{tr} = [1806/3,30 + 1053/0,6 + 31/0,79 + 217/0,54 + 1762/4,74 + (1914/0,9) \cdot (20-10)/(20+28)] / 6783 = 0,527 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$$

п. 2.2.5 Условный инфильтрационный коэффициент теплопередачи K_m^{inf} , определяется согласно п.п. Г.3-Г.5 СНиП 23-02-2003, но сохранив порядок проведения расчетов, как в МГСН 2.01-99.

Для помещений общеобразовательной школы с периодическим пребыванием людей при расчете теплозащиты ограждений условно принимается расчетный воздухообмен, обеспечиваемый нагревом от системы отопления, в объеме 5 м^3 в час на расчетной площади только в рабочее время, а в нерабочее время – исходя из воздухопроницаемости светопрозрачных наружных ограждений и наружных дверей (воздухопроницаемостью стен и перекрытий пренебрегаем ввиду их несравнимой малости) под действием расчетной разности давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждения из-за теплового и ветрового напоров. Принимается, что все здание находится под разрежением и все фасады наветренные.

Разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций находится из выражения:

- для окон и витражей здания:

$$\Delta p = 0,28 \cdot H \cdot (\gamma_{\text{ext}} - \gamma_{\text{int}}) + 0,03 \cdot \gamma_{\text{ext}} \cdot v^2, \quad \text{Па.}$$

- для входных дверей в здание:

$$\Delta p = 0,55 \cdot H \cdot (\gamma_{\text{ext}} - \gamma_{\text{int}}) + 0,03 \cdot \gamma_{\text{ext}} \cdot v^2, \quad \text{Па,}$$

где H – высота здания от пола 1-го этажа до верха вытяжной шахты;

γ_{ext} – удельный вес наружного воздуха, равный в расчетных условиях при $t_n = -28^\circ\text{C}$: $3463/(273-28) = 14,13 \text{ Н/м}^3$, а при средней температуре отопительного периода $t_n = -3,1^\circ\text{C}$: $3463/(273-3,1) = 12,83 \text{ Н/м}^3$;

γ_{int} – удельный вес внутреннего воздуха, равный при определении инфильтрации через окна для расчетной температуры воздуха 18°C : $3426/(273+18) = 11,9 \text{ Н/м}^3$, то же при среднезимних условиях при $t_b = 20^\circ\text{C}$: $3463/(273+20) = 11,82 \text{ Н/м}^3$, при расчетной температуре воздуха в помещениях ЛПУ $t_b = 16^\circ\text{C}$: $3463/(273+16) = 11,98 \text{ Н/м}^3$;

v – расчетная скорость ветра, для Москвы в расчетных условиях $4,9 \text{ м/с}$, а при среднезимних условиях $3,8 \text{ м/с}$.

Тогда, при высоте здания $H=16\text{м}$:

- для окон и витражей в расчетных условиях:

$$\Delta p_{\text{Фзд}}^h = 0,28 \cdot 16 \cdot (14,13-11,9) + 0,03 \cdot 14,13 \cdot 4,9^2 = 20,2 \text{ Па;}$$

- то же при средней температуре отопительного периода:

$$\Delta p_{\text{Фзд}}^{\text{hy}} = 0,28 \cdot 16 \cdot (12,83-11,82) + 0,03 \cdot 12,83 \cdot 3,8^2 = 10,1 \text{ Па;}$$

- для наружных входных дверей в здание при расчетных условиях:

$$\Delta p_{\text{ед}}^h = 0,55 \cdot 16 \cdot (14,13-11,98) + 0,03 \cdot 14,13 \cdot 4,9^2 = 29,1 \text{ Па;}$$

- то же при температуре наружного воздуха $-3,1^\circ\text{C}$:

$$\Delta p_{\text{ед}}^{\text{hy}} = 0,55 \cdot 16 \cdot (12,83-11,98) + 0,03 \cdot 12,83 \cdot 3,8^2 = 13,0 \text{ Па;}$$

Принимая сопротивление воздухопроницанию ограждающей конструкций при перепаде давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждения в 10 Па : окон помещений – $0,9 \text{ м}^2 \cdot \text{ч/кг}$, из сертификата испытаний; входных наружных дверей – $0,14 \text{ м}^2 \cdot \text{ч/кг}$ (СНиП 2.04.05-86, приложение 9), находим количество воздуха, прошедшее через эти ограждения под действием расчетной и средней разности давлений по следующему уравнению:

$$G_{\text{inf}} = A_F (\Delta p_{\text{Фзд}}/10)^{2/3}/0,9 + A_{\text{ед}} \cdot (\Delta p_{\text{ед}}/10)^{1/2}/0,14.$$

Тогда, в расчетных условиях:

$$G_{\text{inf}}^h = 1053 \cdot (20,2/10)^{2/3}/0,9 + 31 \cdot (29,1/10)^{1/2}/0,14 = 2250 \text{ кг/ч,}$$

а приведенный инфильтрационный коэффициент теплопередачи:

$K_{\text{м.н/р}}^{\text{inf}} = 0,28 \cdot 2250 \cdot 1,0/6783 = 0,093 \text{ Вт/(м}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$, где $1,0$ – коэффициент встречного теплового потока для окон с одинарными переплетами.

Расход воздуха, прошедший через закрытые окна и двери при среднезимних условиях и в нерабочее время будет:

$$G_{\text{inf}}^{\text{hy}} = 1053 \cdot (10,1/10)^{2/3}/0,9 + 31 \cdot (13,0/10)^{1/2}/0,14 = 1429 \text{ кг/ч,}$$

а приведенный инфильтрационный коэффициент теплопередачи:

$$K_{\text{м.н/р}}^{\text{inf}} = 0,28 \cdot 1429 \cdot 1,0 / 6783 = 0,059 \text{ Вт/(м}^2 \cdot ^\circ\text{C)}.$$

Если бы воздухообмен в нерабочее время принимался бы как $1/2$ кратный от внутреннего объема здания, то

$K_{m.н/р.}^{inf} = 0,28 \cdot 0,5 \cdot 26163 \cdot 0,85 \cdot 1,25 \cdot 1,0 / 6783 = 0,574 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$,
что почти в 10 раз больше, чем рассчитано исходя из инфильтрации.

Условный инфильтрационный коэффициент теплопередачи в рабочее время при воздухообмене в объеме $5 \text{ м}^3/\text{ч}$ на 1 м^2 расчетной площади составит:

$$K_{m.раб}^{inf} = 0,28 \cdot 5 \cdot 5515 \cdot 1,25 \cdot 1,0 / 6783 = 1,423 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}).$$

Интегральный инфильтрационный коэффициент теплопередачи здания для определения теплотребления за отопительный период (при 12-ти часовом рабочем дне и 5-ти дневной рабочей неделе) будет:

$$K_{m.}^{inf}_{int} = (1,423 \cdot 12 \cdot 5/7 + 0,059 \cdot 12 \cdot 9/7) / 24 = 0,546 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}).$$

2.3.1. Установленная мощность системы отопления (п. 5.1.3 МГСН 2.01-99).

Определяем без учета внутренних тепловыделений и из расчета нагрева наружного воздуха в объеме инфильтрации его через закрытые окна под действием расчетной разности давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждения:

$$Q_h = [(0,527 \cdot 1,1 + 0,093) \cdot (18 + 26) \cdot 6783] \cdot 1,13 \cdot 10^{-3} = 227 \text{ кВт}.$$

2.3.4. Удельный максимально-часовой расход тепла на отопление (п. 5.1.5):

$$q_h = 227 \cdot 10^3 / 6674 = 0,34 \text{ Вт}/\text{м}^2.$$

2.3.5. Удельная тепловая характеристика здания (п. 5.1.4):

$$q_m = 227 \cdot 10^3 / (18 + 26) / 26163 = 0,20 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{С}).$$

2.5.1. Общие теплотери через оболочку здания за отопительный период (п. 3.5.5).

$$Q_{ht}^y = 0,024 \cdot (0,527 + 0,546) \cdot 4943 \cdot 6783 = 863330 \text{ кВт ч}.$$

2.5.2. Теплоступления в здание за отопительный период от внутренних тепловыделений, принимаем как тепловыделения от людей в размере $90 \text{ Вт}/\text{чел.}$ (при режиме работы 12 часов в день и 5-ти дневной рабочей неделе), от освещения – на 1 м^2 расчетной площади 25 Вт при использовании 75% рабочего времени и от оргтехники, компьютеров и технологического оборудования – по 10 Вт на 1 м^2 при использовании 20% в рабочее время и все это с понижающим коэффициентом 0,7 на неодновременность заполнения.

Тогда, удельные тепловыделения в час за средние сутки составят:

$$q_{int} = 0,7 \cdot (90 \cdot 660 + 25 \cdot 0,75 \cdot 5515 + 10 \cdot 0,2 \cdot 5515) \cdot 12 \cdot 5/7 / (24 \cdot 5515) = 7,88 \text{ Вт}/\text{м}^2,$$

а суммарные тепловыделения за отопительный период:

$$Q_{int}^y = 7,88 \cdot 5515 \cdot 214 \cdot 0,024 = 223206 \text{ кВт ч}.$$

Расчет теплоступлений от солнечной радиации через светопрозрачные ограждения выполнен в энергетическом паспорте с учетом ориентации по сторонам света.

Суммарная величина за отопительный период составила 183917 кВт ч .

2.5.3. Потребность тепловой энергии на отопление здания за отопительный период (п. 3.5.6).

Определяется с учетом автоматического регулирования теплоотдачи отопительных приборов с эффективностью $\eta = 0,7$ (в системе без термостатов с центральным авторегулированием на вводе):

$$Q_h^y = [0,024 \cdot (K_m^{tr} + K_m^{inf}) \cdot D_d \cdot A_e^{sum} - (Q_{int}^y + Q_s^y) \cdot v \cdot \eta] \cdot \beta_{hl} = [0,024 \cdot (0,527 + 0,546) \cdot 4943 \cdot 6783 - (223206 + 183917) \cdot 0,8 \cdot 0,7] \cdot 1,13 = 717930 \text{ кВт ч.}$$

Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания за отопительный период (п. 3.5.7, МГСН 2.01-99).

$q_h^{des} = Q_h^y / A_h = 717930 / 6674 = 108 \text{ кВт ч/м}^2$, что удовлетворяет требованиям СНиП 23-02-2003 (q_h^{req} не более 145 кВт ч/м^2). Следовательно, **запроектированное здание соответствует требованиям энергосбережения в строительстве**, и проекту согласно таблицы 3 ($108-145$) $100/145 = -26\%$ может быть присвоен высокий класс энергетической эффективности.

Приложение 3.

К теплотехническому расчету «теплых» чердаков и техподполий.

«Теплым» чердаком принято называть верхний технический этаж жилого дома, который является сборной камерой удаляемого из квартир этого дома вытяжной вентиляцией воздуха, и в котором прокладываются инженерные коммуникации. Он специально не отапливается, но за счет тепла поступающего от вытяжного воздуха и от трубопроводов систем отопления и горячего водоснабжения в нем обеспечивается температура воздуха на 3-6°C ниже поступающего с вытяжной вентиляцией [1].

В СП 23-101-2000 (п. 6.2.1) рекомендуется выполнять расчет ограждающих конструкций теплых чердаков, задаваясь расчетной температурой воздуха в чердаке не более плюс 14°C.

Как показано в [2], это положение не соответствует принципам расчета вентиляции. Устойчивая работа вытяжной вентиляции с естественным побуждением тем выше, чем выше температура воздуха в чердаке, и 14°C - минимальное значение, ниже которого вытяжную вентиляцию с «теплым» чердаком применять не рекомендуется.

Поэтому из практики МНИИТЭП температуру воздуха в чердаке 14°C принимают за расчетную для 7-ми этажных зданий, и жилые дома меньшей этажности проектируют с холодным чердаком и индивидуальными вытяжными каналами из каждой квартиры, выведенные на кровлю. С повышением этажности количество вытяжного воздуха возрастает, а объем чердака остается тот же, также увеличивается теплоотдача трубопроводов отопления и горячей воды, так как возрастает их диаметр, что при прочих равных условиях позволяет принять более высокой расчетную температуру воздуха в «теплом» чердаке 15-16°C для зданий в 9-12 этажей и 17-18°C для 14-17-ти этажных зданий.

Но, чтобы получить более высокую температуру воздуха в чердаке, даже при 14°C не надо выполнять теплоизоляцию перекрытия пола чердака, а следует учесть большие теплопотери верхнего жилого этажа при расчете отопительных приборов. Даже при $t=14^\circ\text{C}$ и без изоляции соблюдается минимальное санитарно-гигиеническое требование тепловой защиты зданий по соответствию температурного перепада между температурами внутреннего воздуха и на поверхности перекрытия верхнего этажа, который для жилых зданий согласно таблице 5 СНиП 23-02-2003 должен быть не выше 3°C:

$\Delta t_n = n(t_{\text{int}} - t_{\text{ext}}) / (R_{\text{ф}} \cdot \alpha_{\text{int}}) = 1 \cdot (20 - 14) / (0,3 \cdot 8,7) = 2,3^\circ\text{C}$, что менее 3°C, где $R_{\text{ф}} = 1/8,7 + 0,16/2,04 + 0,02/0,93 + 1/12 = 0,3 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ (16см железобетонная плита и 2см затирка цементно-песчаным раствором для создания герметичности).

Как правило, конструкция наружных стен ограждения «теплого» чердака остается такой же, как в самом здании, поэтому теплотехнический расчет этих чердаков сводится к определению требуемого сопротивления теплопередаче

покрытия чердака, обеспечивающего заданную температуру воздуха в нем с учетом теплопоступлений с удаляемым вытяжным воздухом и от теплоотдачи трубопроводов систем отопления и горячего водоснабжения.

Далее, из теплового баланса «теплого» чердака по формуле 26 СП 23-101-2000 находим требуемое сопротивление теплопередаче покрытия чердака с использованием таблицы 6 - рекомендуемых величин приведенного расхода вентиляционного воздуха в зависимости от этажности здания и таблицы 7 - линейной плотности теплового потока в зависимости от температуры теплоносителя, циркулирующего в трубопроводах, и условного диаметра последних.

Следует иметь в виду, что плотность теплового потока дана при средней температуре окружающего воздуха 18°C. Поэтому, при меньшей температуре воздуха плотность теплового потока возрастает с учетом следующей зависимости:

$$q_t = q_{18} [(t_t - t)/(t_t - 18)]^{1,283},$$

где q_{18} – линейная плотность теплового потока по таблице 7;

t_t – температура теплоносителя, циркулирующего в трубопроводе, в расчетных условиях;

t – температура воздуха в помещении, где проложен трубопровод.

Например, при снижении температуры окружающего воздуха с 18 до 14°C теплоотдача трубопроводов отопления (при верхней разводке подающей магистрали) возрастает на 7%:

$$[(95-14)/(95-18)]^{1,283} = 1,07,$$

а горячего водоснабжения - на 12%: $[(60-14)/(60-18)]^{1,283} = 1,12.$

С учетом приведенной выше зависимости следует выполнять теплотехнический расчет и техподполья (неотапливаемый подвал, используемый только для прокладки инженерных коммуникаций). Это очень важно, так как теплоотдача трубопроводов является основным источником теплопоступлений, поэтому, если задано значение температуры воздуха в техподполье отличное от 18°C, необходимо пересчитать теплоотдачу трубопроводов на заданное значение температуры и подставлять эту величину в формулу 34 СП 23-101-2000. Остальной расчет выполнять в соответствии с разделом 6.3. СП, определяя температуру воздуха в техподполье итерационным методом.

В.И.ЛИВЧАК,
начальник отдела энергоэффективности зданий и сооружений,
систем инженерного оборудования Мосгосэкспертизы,
кандидат технических наук

ЧТО ДАЛО ВКЛЮЧЕНИЕ РАЗДЕЛА «ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ» В СОСТАВ ПРОЕКТОВ НА СТРОИТЕЛЬСТВО И КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ ЗДАНИЙ

В 1995 г. произошли революционные преобразования в строительной индустрии нашей страны, наконец-то мы с большим опозданием отреагировали на мировой энергетический кризис 1973 г. Госстроем изменениями №3 к СНиП 11-3-79* «Строительная теплотехника» была поставлена задача двухэтапного повышения теплозащиты зданий до уровня развитых европейских государств – по сопротивлению теплопередаче стен и покрытий примерно в 3 раза и переходу к 3-х стекольным окнам (для средней полосы европейской части страны) с повышенным сопротивлением воздухопроницанию.

Руководство московского строительного комплекса, понимая важность этой задачи и осознавая нецелесообразность дальнейшего наращивания в городе мощностей теплоисточников, способствующих, кроме всего прочего, загрязнению окружающей среды, ответственно отнеслось к решению поставленной задачи. В короткие сроки был обеспечен переход домостроительных комбинатов на выпуск трехслойных панелей с эффективным утеплителем без замены парка форм (о достижениях в этой области свидетельствует табл. 1, представленная МНИИТЭП, по проектам которого сооружаются здания типовых серий на ДСК). Закуплены новые линии по производству энергоэффективных и герметичных окон, высокоэффективных утеплителей с использованием пенополистирола, каменной ваты, боя стекла и других отходов, увеличено и повышено качество производства легких бетонных блоков и др.

И, наконец, постановлением Правительства Москвы от 23.02.1999 г. №138 утверждены новые Московские городские строительные нормы МГСН 2.01-99 «Энергосбережение в зданиях. Нормативы по тепловодоэлектроснабжению». Эти нормы не только закрепили изменения СНиП, но пошли дальше в части снижения энергопотребления зданий. В них впервые предложен «потребительский» подход в нормировании теплозащиты зданий, когда лимитируются не сопротивление теплопередаче отдельных ограждений, не декларируется применение автоматизации отопления или утилизаторов тепла, а ограничивается величина удельного расхода тепла на отопление и вентиляцию за отопительный период. И именно за отопительный период, а не расчетное часо-

вое значение расхода тепла, чтобы учесть возможности применения эффективной системы авторегулирования отопления по использованию теплопоступлений от солнечной радиации и внутренних тепловыделений. Это достигается введением коэффициента эффективности авторегулирования отопления на эти теплопоступления в формулу определения количества потребляемого тепла.

Удельный расход тепла определяется по отношению к площади квартир жилого дома и полезной площади помещений общественного здания, а не ко всей отапливаемой площади здания вместе с площадью занимаемой лестницами, лифтовыми шахтами, тамбурами, чтобы стимулировать применение оптимальных объемно-планировочных решений. В литературе уже приводился пример неудачной планировки жилого 2-х секционного дома с 3-мя квартирами на каждом этаже. Если на той же площади сделать один лестнично-лифтовой узел, то удельный расход тепла на отопление сократился бы на 17%. Увеличение ширины здания серии П44Т на 2м привело бы к сокращению удельного расхода тепла на отопление на 20% при сохранении одних и тех же конструкций наружных ограждений.

Таблица 1.

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ЖИЛЫХ ДОМАХ МАССОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В г.МОСКВЕ				
Обеспечение нормируемого значения сопротивления теплопередаче панелей наружных стен (с использованием существующего парка металлоформ)				
Техническое решение	Схема наружной стены	Приведенное сопротивление теплопередаче R_{Σ}	Серия жилого дома	Производственная база
- Увеличение толщины утеплителя		3,25	П46м	Аркадо
			П55м	МПСМ
- Применение полистироновой пленки		3,28	П3м	ДСК-3
		3,16	Пд4	ДСК-4
- Применение паронепроницаемого и теплоотражающего экрана		3,30	П44 П44т П44м	ДСК-1

Технические решения разработаны НИИМосстрой совместно с МНИИТЭП



«Потребительский» подход, как наиболее прогрессивный, в последующем был включен в СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий», вышедший взамен СНиП 11-3-79*. Согласно СНиП 23-02-2003 «потребительский» подход допускает возможность снижения сопротивления теплопередаче непрозрачных наружных ограждений на 37% по сравнению с нормируемыми значениями для стен и на 20% для всех остальных ограждений (для окон только на 5%), если удельный расход тепла на отопление не превышает заданную величину. Это сделано не для легализации снижения показателей сопротивления теплопередаче, а для стимулирования применения проектировщиками не нашедших ещё широкого использования эффективных систем авторегулирования отопления (в том числе с организацией индивидуальных тепловых пунктов вместо ЦТП) и возобновляемых источников энергии.

Нормируемые величины удельного расхода тепловой энергии были получены пересчетом действующих серий типовых проектов с учетом перехода на трехслойные панели с эффективным утеплителем, применения трехстекольных окон европейского образца с повышенной герметичностью, позволяющей снять тридцати процентное превышение инфильтрации наружного воздуха над требуемым нормативным воздухообменом, характерное для окон старой конструкции, и осуществления автоматического регулирования и учета тепла на вводе в здание. Подтверждением сказанного служит таблица 2.

ми энергоэффективности (но низкими по абсолютной величине) – 75-85 кВт·ч/м². Это подтверждает, что нормируемые в СНиП 23-02-2003 величины удельных расходов тепловой энергии на отопление реально достижимы не только в Москве, но и для сложившейся базы строительной индустрии других российских городов.

Для сравнения удельный расход тепла на отопление зданий, построенных до 1995г. составляет 220-250 кВт·ч/м². То есть, повышение теплозащиты зданий в соответствии с требованиями СНиП в сочетании со снижением излишнего воздухообмена за счет применения новых окон и с использованием эффективного авторегулирования позволило сократить расход тепла на отопление и вентиляцию жилых зданий в 2-2,5 раза. Это редкий пример того, как совершенствование нормативно-правовой базы строительства дало такой значительный энергетический эффект и позволило нам встать в один ряд с развитыми странами в энергоемкости потребления тепла на отопление.

В Германии до 1973г. сопротивление теплопередаче ограждений находилось примерно на нашем уровне, но за счет лучшей столярки и обязательности применения авторегулирования и учета тепла удельный расход тепловой энергии на отопление в пересчете на наши градусо-сутки составлял 120-140 кВт·ч/м². После ужесточения требований в Постановлении о тепловой защите 1995г. этот показатель для зданий с компактностью до 0,3 составил 85 кВт·ч/м², т.е. наши нормы ещё отстают от норм Германии примерно на 10-15%.

Таблица 2.
Удельные показатели годового расхода тепловой энергии на отопление жилых домов типовых серий на м² площади квартир

№п/п	Серия проекта	Этажность	Производственная база	Нормируемые в кВт·ч/(м ² ·год)	Проектные в кВт·ч/(м ² ·год)
1.	П44Т	14-17	ДСК-1	95	95-105
2.	КОПЭ	22	ДСК-2	95	80-85
3.	ПЗМ	16-17	ДСК-3	95	86-90
4.	Пд4	12-16	ДСК-4	95	92-98
5.	П-46М	14	Аркадо	95	93-98
6.	П-55М	14	МПСМ	95	88-92
7.	111МО/17	17	МО	95	75-85
8.	ПЗМ	9		105	98-103
9.	П46М	9		105	104-109
10.	П46М	5		120	117-122

Следует отметить, что появившиеся в последнее время модернизированные серии типовых проектов с теми же наружными ограждениями стали более энергоэффективны: удельный показатель серии П44ТМ/17 снизился до 84-86 м²·°С/Вт, ИП46с/16 – до 83-85 м²·°С/Вт. Дома-башни в панельном исполнении за счет большей ширины корпуса обладают более высокими показателя-

Чтобы материализовать перечисленные выше решения в проект и проконтролировать их применение МГСН 2.01-99, а в последующем и СНиП 23-02-2003, обязали включать в состав проекта раздел «Энергоэффективность», выполняемый на утверждаемой стадии. Раздел «Энергоэффективность» должен содержать Энергетический паспорт здания, информацию о присвое-

нии категории энергетической эффективности проекту здания, пояснительную записку с расчетами приведенного сопротивления теплопередаче наружных ограждений и энергетических параметров здания, описанием энергосберегающих решений и специальных приемов повышения энергоэффективности здания. Мосгосэкспертизе дано поручение осуществлять проверку соответствия проектной документации данным нормативам (п. 3.8.1.4. МГСН 2.01-99).

Во исполнение этих нормативных документов Мосгосэкспертиза выпустила «Информационное письмо» от 05.03.1999 г. №30/288 для исполнения Заказчиками и Проектными организациями с предупреждением о том, что проекты вновь строящихся, реконструируемых и капитально ремонтируемых жилых и общественных зданий и сооружений не будут приниматься на согласование без раздела «Энергоэффективность». В первых номерах издаваемого Мосгосэкспертизой «Информационного бюллетеня» стали размещаться статьи в помощь проектировщику, как составлять раздел, порядок проведения расчетов и с указанием наиболее часто встречающихся ошибок и с разъяснениями.

Со времени принятия решения об обязательном включении в проектную документацию раздела «Энергоэффективность» прошло семь лет и можно подвести некоторые итоги. Конечно, основной итог это то, что каждое проектируемое здание обрело свой энергетический паспорт, в котором отражается уровень теплозащиты и эксплуатационной энергоемкости здания, а также величин энергетических нагрузок.

Наличие энергетического паспорта здания в условиях осознания ограниченности запасов топлива и повышения его стоимости – это общемировая тенденция. В соответствии с Директивой Европейского парламента и Совета Европейского союза по энергетическим характеристикам зданий от 05.09.2002 года является обязательным для всех стран, входящих в Европейский Союз, составление энергетического паспорта эксплуатируемого здания. Государства-участники обеспечивают положение, согласно которому при сооружении, продаже или сдачи в аренду здания владельцу передается или владелец передает будущему покупателю или арендатору энергетический паспорт, из которого следует, каковы энергозатраты данного здания в сравнении с рекомендуемыми нормами и стандартами.

Второе – это прозрачность расчетов, в том числе удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период, по величине которого в сравнении с нормируемым значением экспертиза судит о соответствии проекта требованиям норм и обоснованно возвращает проект на доработку для принятия дополни-

тельных энергосберегающих мероприятий при его несоответствии.

Далее, пояснительная записка к разделу «Энергоэффективность» явилась той частью проекта, в которой систематизированы расчеты приведенного сопротивления теплопередаче наружных ограждений. В связи с этим, в первых поступивших на экспертизу проектах были выявлены грубейшие ошибки в определении этих величин, когда значения теплопроводности материалов принималось в сухом состоянии (по рекламным проспектам) вместо требуемого по СНиП в условиях эксплуатационной влажности при параметрах Б. Итоговое сопротивление теплопередаче принималось без учета коэффициента теплотехнической однородности конструкции на наличие мостиков холода, связанных с креплением утеплителя и кровного слоя, опиранием на монолитные перекрытия, наличием монолитных железобетонных или металлических колонн каркаса здания и влиянием откосов оконных и дверных проемов, что завышало приведенное сопротивление теплопередаче на 20-30%. Термическое сопротивление кладки легкогобетонных блоков принималось без учета соединения их на цементно-песчаном или клеевом растворах, что также завышало его на 15-40%.

Анализ рассмотренных проектов, а это около 1000 проектов жилых и общественных зданий ежегодно, позволяет установить наиболее распространенные решения конструкций наружных ограждений. Что касается наружных стен, то решения по панельному домостроению были приведены ранее, а в монолитных домах в качестве утеплителя принимают плиты минераловатные из базальтового волокна, либо пенополистирольные плиты с расщечками и обрамлением оконного проема полосами из минераловатных плит. Экструдированный пенополистирол применяется, как правило, в теплоизоляции цокольных участков стен и стен в земле.

В качестве основного материала для заполнения наружных стен между железобетонными пилонами или колоннами каркаса применяют кладку из кирпича, легкогобетонных блоков плотностью не менее 600 кг/м^3 с утеплением теми же утеплителями, что и участки из монолитного железобетона. Однослойная конструкция получается только с применением легкогобетонных блоков с кладкой на клеевом растворе и толщиной не менее 500 мм или полистиролбетонных блоков плотностью $250-350 \text{ кг/м}^3$, при этом толщина кладки может быть снижена до 300-400 мм.

В качестве финишного покрытия применяется облицовка керамическим кирпичом толщиной кладки 120-250 мм, либо штукатурка толстая по металлической оцинкованной сетке (в фасадных системах с утеплением пенополистиролом, либо цементно-песчаная штукатурка толщиной 30 мм

по легкобетонным или полистиролбетонным блокам, либо тонкая штукатурка на клеевом растворе (в фасадных системах с утеплением из минераловатных плит) или пенополистирола, либо облицовка плитами из природного камня, асбестоцементными плитами, панелями из металлических оцинкованных листов или фиброцементных плит по каркасу, керамогранитными плитами, алюминиевыми кассетами по каркасу, прикрепляемому к основному слою стены или к железобетонным перекрытиям, с воздушным вентилируемым зазором между утеплителем и облицовкой – так называемый, вентилируемый фасад. В соответствии с Постановлением Госстроя России №76 от 01.07.2002г., распоряжением Правительства Москвы от 18.08.2000г. №31 и Указанием Мэра Москвы № 4-19-15785/4 от 06.10.2004 на применяемые системы утепления и облицовки фасадов с воздушным вентилируемым зазором, с тонкой или толстой штукатуркой по утеплителю, в архитектурном разделе и в разделе «Энергоэффективность» следует указывать название системы и давать ссылку на Техническое свидетельство Госстроя России.

В процессе эксплуатации зданий с вентилируемым фасадом были обнаружены нарушения в проектировании и при монтаже, результатом чего было обрушение части конструкций и прогорание при пожаре. Правительством Москвы была создана комиссия по изучению этого вопроса, рекомендациями которой было выбор только сертифицированных фасадных систем на стадии разработки проекта, а на стадии выполнения рабочей документации проводить отдельно экспертизу устройства фасадных систем в ГУ центре «Энлаком». Мы считаем, что поскольку в системах с вентилируемым фасадом на их теплотехнические характеристики большое влияние оказывает материал крепления, число анкеров на м² поверхности, наличие направляющих и кронштейнов, а также устройство обрамления оконного проема, в техническом свидетельстве на фасадную систему должны быть приведены коэффициенты теплотехнической однородности конструкции.

В проектах капитального ремонта зданий применяют, как правило, более дешевое решение – утепление существующих стен пенополистирольными плитами с последующей штукатуркой.

Какие намечаются дополнения и уточнения с учетом сложившегося опыта экспертизы и выхода нового СНиП 23-02-2003. В первую очередь мы внесли ограничения на распространение требований энергоэффективности зданий.

Раздел Энергоэффективность и Энергетический паспорт не разрабатываются для зданий общей площадью менее 100м², подземных сооружений, надземных объектов с расчетной температурой воздуха в них менее 12°C (гаражи, некоторые склады, овощехранилища, и т.д.). Если

в таких надземных сооружениях встроены административные или служебные помещения с расчетной температурой выше 12°C и общей площадью более 100м², то для них составляется Энергетический паспорт на отапливаемый объем, наружными ограждениями которого будут стены и перекрытия, отделяющие его от смежных помещений с расчетной температурой воздуха менее 12°C.

Для промышленных и сельскохозяйственных зданий и сооружений с расчетной температурой внутреннего воздуха 12°C и более составляется Энергетический паспорт с объеме СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» (как и для зданий общественного назначения). При выборе «потребительского» подхода сравнение расчетного удельного расхода тепловой энергии на отопление за отопительный период с требуемым проводится по значениям, приведенным в таблице 9 СНиП по строке общественные здания, кроме перечисленных в таблице на других строках с корректировкой заданной величины удельного расхода по соотношению градусо-суток отопительного периода для рассматриваемого здания или сооружения к стандартному для этой строки 4943°C·сут.

Например, для одноэтажного производственного здания с расчетной температурой внутреннего воздуха 16°C нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление за отопительный период в условиях г. Москвы составит:

$$q_{\text{н}}^{\text{теп}} = 190 \cdot (16 + 3,1) \cdot 214 / 4943 = 157 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2.$$

Далее, с выходом СНиП 23-02-2003 произошли изменения, связанные с определением количества инфильтрующегося воздуха, уточнена формула определения коэффициента теплопередачи и коэффициенты энергоэффективности авторегулирования системы отопления, минимально допустимые величины сопротивления теплопередаче наружных ограждений. По СНиП 23-02-99* «Строительная климатология» изменились значения градусо-суток отопительного периода для Москвы и соответственно расчетные значения показателей теплозащиты. Поэтому нами был выпущен экспресс-выпуск, опубликованный в «Информационном бюллетене Мосгосэкспертизы» №1 (8), М. 2004г., адаптирующий МГСН 2.01-99 к новому СНиП 23-02-2003, о чем Заказчики и Проектные организации были проинформированы письмом № МГЭ-30/1083 от 28.05.04г.

В 2006 г. должна быть утверждена новая редакция МГСН 2.01 «Энергосбережение в зданиях». В них предполагается установить нормы потребления тепла на вентиляцию общественных и производственных зданий. Если задача нормирования теплозащиты всех зданий и теплопотребления на вентиляцию жилых зданий практически решена, то законодательного ограничения потребления энергии на вентиляцию общественных и



Рис.7. Жилой дом на проспекте 60-летия Октября.

производственных зданий в специализированном в этой области СНиП 41-01-03 не приводится. Для этих зданий вентиляционная нагрузка намного превышает отопительную. Нам представляется, что в дальнейшем приведенные в таблице значения удельного расхода тепловой энергии за отопительный период для нормирования теплозащиты, либо откорректированные по опыту применения, должны стать нормируемыми для потребления тепла на отопление и вентиляцию.

После установления, что запроектированное здание отвечает требованиям теплозащиты, следует при определении расчетного удельного расхода тепла за отопительный период вместо назначенного воздухообмена в рабочее время подставить величину, указанную в проекте. И если полученный в результате расчетный удельный расход тепла на отопление и вентиляцию превышает нормируемый, например, более чем на 25%, то это означает, что расход тепла на вентиляцию избыточен, и необходимо применить энергосберегающие мероприятия. Тогда уже не захочется снимать теплоизоляцию с наружных ограждений тех общественных зданий, у которых при оценке теплозащиты расчетный удельный расход тепла был ниже нормируемого.

Дальнейшее наполнение раздела «Энергоэффективность» должно идти за счет нормирования электропотребления. В настоящее время это очень актуальная задача, поскольку Москва превращается в электродефицитный город, а за счет все расширяющегося применения кондиционеров, в том числе и в жилом секторе, пик электропотребления уже сместился с зимы на лето.

В новой редакции МГСН 2.01 предложено расчетную мощность установленных в жилых домах электроприемников определять в соответствии с РМ 2696-01 с учетом повышающих коэффициентов для квартир более 60 м² общей площади, предполагая, что с повышением числа квадратных метров на человека электронасыщенность квартир возрастает. Годовое электропотребление, соответствующее по тем же причинам, принимается не по среднерасчетному электропотреблению какого-то среднего жителя, а по среднерасчетному электропотреблению на м² общей площади. Получается, что в элитных домах насыщенность квартир электрическим оборудованием больше, но на одного человека и квадратных метров приходится больше, поэтому на м² площади электронасыщенность остается примерно одинаковой.

Исходя из данных обработки «ЭНЭЛЭКО» электропотребления сотен жилых зданий среднерасчетное электропотребление домов с электроплитами в квартирах составляет 0,015 кВт/м², а с газовым – 0,01 кВт/м² при годовом числе часов использования максимума, соответственно, 3500 и 3000 ч. (в домах с кондиционированием воздуха

годовое число использования максимума увеличивается до 4800 ч).

Вообще, трудно прогнозировать электропотребление жителями, так как оно, как и водопотребление, носит субъективный характер, зависящий от привычек жителей и режима их жизнедеятельности, в отличие от систем отопления и вентиляции, теплопотребление которых обусловлено объективными причинами – зависимостью от изменения метеорологических условий. Критерием правильности выбранных значений может служить только последующий опыт. Тот же опыт должен подсказать более детализованные и поэтому обоснованные нормы электропотребления разного рода оборудования общественных зданий различного назначения, и свести его в целом по зданию для сопоставления с какой-то рекомендуемой величиной.

Ещё одна актуальная задача, требующая своего решения – обратная связь между проектом и его реализацией в процессе строительства.

Проектировщики заложили определенную конструкцию наружного ограждения, приняв сертифицированное значение теплопроводности утеплителя и расчетную величину коэффициента теплотехнической однородности с учетом крепления утеплителя, обрамления оконных проемов и опирания на монолитные перекрытия. А каково реальное значение коэффициента сопротивления теплопередаче данной конструкции и насколько расчетное значение удельного расхода тепла на отопление за отопительный период соответствует фактическому?

Решение этой задачи предусмотрено МГСН 2.01-99 и СНиП 23-02-2003 – продекларировано, что спустя год после окончания строительства (чтобы большая часть влаги, накопившаяся в конструкциях от использования мокрых процессов, испарилась) необходимо проведение тепловых испытаний построенных зданий с целью выявления фактического удельного показателя энергоэффективности здания и других теплоэнергетических параметров.

Однако спустя год после введения в эксплуатацию здания строителей уже не найдешь, а тем более денег на проведение этих испытаний уже с них не получишь. Поэтому стали подменять тепловые испытания зданий тепловизионными обследованиями, проводимыми перед приемкой здания в эксплуатацию.

Они заключаются в тепловизионной съемке фасада здания, результатом которой является фотография этого фасада в инфракрасном изображении, где по оттенкам цвета можно установить поле температур на поверхности стены и поэтому судить об относительно большей или меньшей величине теплового потока через выбранный участок площади. Это в принципе может выявить локальные нарушения монтажа или