ПРОЕКТ

УТВЕРЖДАЮ

Исполняющий обязанности председателя Комитета государственного строительного надзора города Москвы

_____ В.Г. Пахомов

«___» _____ 2013 г.

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель Мэра Москвы в Правительстве Москвы по вопросам градостроительной политики и строительства

_____М.Ш. Хуснуллин

«___» _____ 2013 г.

# МЕТОДИКА

## ПРОВЕДЕНИЯ НАТУРНЫХ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ ПО ИНСТРУМЕНТАЛЬНОМУ ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ВВОДИМЫХ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

рекомендована к применению секцией «Энергоэффективное домостроение» Объединённого научно-технического совета по вопросам градостроительной политики и строительства города Москвы (Протокол от 20.08.2013 № 3/2013)

Руководитель Департамента градостроительной политики города Москвы С.И. Лёвкин

Заместитель председателя Комитета государственного строительного надзора города Москвы А.Н. Кравчук

Москва 2013

gost.e-ecolog.ru

СОДЕРЖАНИЕ


| | | |
|---|---|---|
| 1 | ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ | 3 |
| 2 | ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ | 4 |
| 3 | НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ | 5 |
| 4 | ТЕРМИНЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ, СИМВОЛЫ И СОКРАЩЕНИЯ | 7 |
| 5 | НАТУРНЫЕ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ПО ИНСТРУМЕНТАЛЬНОМУ ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ ВВОДИМЫХ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ | 12 |
| 6 | НАТУРНЫЕ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ПО ИНСТРУМЕНТАЛЬНОМУ ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ СИСТЕМ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ, ВВОДИМЫХ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ | 32 |
| 7 | НАТУРНЫЕ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ПО ИНСТРУМЕНТАЛЬНОМУ ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ФАКТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ ОБЩЕДОМОВОГО ИНЖЕНЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ И СИСТЕМ ОСВЕЩЕНИЯ ОБЩЕДОМОВЫХ ПОМЕЩЕНИЙ, ВВОДИМЫХ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ | 38 |
| 8 | ОЦЕНКА СООТВЕТСТВИЯ НОРМАТИВНЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ВВОДИМЫХ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ | 55 |
| | СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ | 68 |
| | ПРИЛОЖЕНИЕ А Пример оформления протокола испытаний по инструментальному определению энергетической эффективности и энергопотребления систем отопления и вентиляции | 69 |
| | ПРИЛОЖЕНИЕ Б Пример оформления протокола испытаний по инструментальному определению энергетической эффективности и энергоропотребления систем горячего водоснабжения | 75 |
| | ПРИЛОЖЕНИЕ В Пример оформления протокола испытаний по инструментальному определению энергетической эффективности и фактического электропотребления общедомового инженерного оборудования и систем освещения общедомовых помещений | 77 |
| | ПРИЛОЖЕНИЕ Г Пример обработки результатов натурных испытаний по инструментальному определению энергетической эффективности и энергопотребления системы отопления и вентиляции здания | 82 |
| | ПРИЛОЖЕНИЕ Д Коэффициенты сушки и аккумуляции | 79 |
| | ПРИЛОЖЕНИЕ Е Пример обработки результатов натурных испытаний по инструментальному определению энергетической эффективности и энергопотребления систем горячего водоснабжения здания | 86 |
| | ПРИЛОЖЕНИЕ Ж Пример обработки результатов натурных теплотехнических испытаний по инструментальному определению энергетической эффективности и фактического электропотребления общедомового инженерного оборудования и систем освещения общедомовых помещений | 88 |

# 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Методика разработана под общей редакцией Васильева Г.П., д-ра техн. наук, руководителя Центра энергосбережения и эффективного использования энергии в строительном комплексе ГУП «НИИМосстрой» коллективом авторов в следующем составе: канд. физ.-мат. наук Личмана В.А., инженера Евстратовой Н.Д., инженера Митрофановой Н.В. (ГУП «НИИМосстрой»), канд. физ.-мат. наук Лысак Т.М., инженера Бурмистрова А.А., инженера Горнова В.Ф., инженера Колесовой М.В., инженера Тимофеева Н.А. (ОАО «ИНСОЛАР-ИНВЕСТ»), канд. техн. наук Наумова А.Л. (ООО «Термэк»), д-ра техн. наук, члена корреспондента РААСН Табунщикова Ю.А., канд. техн. наук Ливчака В.И. (НП «АВОК»), д-ра техн. наук, профессора Дмитриева А.Н. (РЭА им. Г.В. Плеханова).

1.2 Настоящая Методика регламентирует проведение натурных испытаний по инструментальному определению энергетической эффективности и энергопотребления систем отопления, систем вентиляции, ГВС и общедомового электропотребления, вводимых в эксплуатацию жилых и общественных зданий, законченных строительством, реконструкцией или капитальным ремонтом.

1.3 Настоящая Методика регламентирует проведение оценки соответствия нормативным показателям энергетической эффективности и энергопотребления, вводимых в эксплуатацию жилых и общественных зданий, законченных строительством, реконструкцией или капитальным ремонтом.

1.4 В настоящей Методике реализованы требования Федерального Закона РФ от 23.11.2009 г. N 261-ФЗ "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации", а также требования Постановления Правительства РФ от 25.01.2011 г. №18 «Об утверждении Правил установления требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений и требований к правилам определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов».

1.5 Настоящая Методика откорректирована в соответствии с замечаниями Протокола №1/2013 Заседания расширенного бюро Межведомственного экспертного Совета по энергосбережению в строительстве на территории города Москвы от 25.02.2013 г.

## 2 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

2.1 Настоящая Методика обеспечивает проведение натурных испытаний по инструментальному определению энергетической эффективности и энергопотребления законченных новым строительством или реконструкцией вводимых в эксплуатацию жилых и общественных зданий, при полной независимости от влияния на энергопотребление здания субъективных (поведенческих) факторов, обусловленных поведением жителей в жилых домах, и /или сотрудников и посетителей в общественных зданиях. Для зданий, законченных капитальным ремонтом, осуществленным без отселения жителей, настоящая Методика применяется с учетом влияния на энергопотребление дома субъективных (поведенческих) факторов, обусловленных поведением жителей.

2.2 Методика предусматривает проведение фактических натурных измерений с помощью общедомовых приборов учета потребления тепловой и электрической энергии и газа, при этом Методика не предъявляет, каких-либо специальных требований, в том числе и нормативных к параметрам микроклимата и к воздухообмену в помещениях испытываемого здания.

2.3 Измерения проводятся в незаселенном доме и в течение отопительного сезона. В случае сдачи дома в эксплуатацию в летнее время года, измерения откладываются до начала отопительного сезона, либо под банковскую гарантию застройщиком, либо откладывается подписание акта о вводе дома в эксплуатацию. Настоящая Методика может быть использована в заселенном доме, с учетом небольших изменений (Приложение Д.3).

2.4 Настоящая Методика предназначена для использования специалистами и сотрудниками органов государственного строительного надзора города Москвы и организаций, специализирующихся на проведении энергетических обследований, при оценке соответствия региональным нормативным показателям энергетической эффективности и энергопотребления, вводимых в эксплуатацию жилых и общественных зданий и присвоении упомянутым зданиям класса энергетической эффективности.

2.5 Оценка соответствия показателей энергетической эффективности жилых и общественных зданий производится при их вводе в эксплуатацию сопоставлением нормативных значений показателей энергетической эффективности с фактически достигнутыми значениями, определенными инструментально-расчетным методом.

2.6 На стадии проектирования соответствие проектных значений показателей энергоэффективности и энергопотребления жилых и общественных зданий нормативным значениям устанавливается расчетным путем по энергетическому паспорту проекта здания. Контроль за соответствием нормативным показателям энергетической эффективности проекта здания осуществляется Московской государственной экспертизой.

2.7 На стадии строительства, реконструкции или капитального ремонта и ввода дома в эксплуатацию контроль показателей энергоэффективности обеспечивается органами государственного строительного надзора (Мосгосстройнадзор) и подтверждается при вводе здания в эксплуатацию инструментально-расчетным методом.

2.8 Оценка соответствия нормативным показателям энергетической эффективности законченных новым строительством, или реконструкцией жилых и общественных зданий проводится до сдачи–приемки здания в эксплуатацию.

## 3 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

3.1 При применении настоящей Методики используются представленные в данном параграфе следующие нормативные документы).

1. СП 50.13330.2012 СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий
2. СП 60.13330.2012 СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха
3. СП 131.13330.2012 СНиП 23-01-99* Строительная климатология
4. СП 30.13330.2012 СНиП 2.04.01-85* Внутренний водопровод и канализация зданий
5. СП 44.13330.2011 СНиП 2.09.04-87 Административные и бытовые здания
6. СНиП 31-05-2003 Общественные здания административного назначения
7. МГСН 2.01-99 Энергосбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и тепловодоэлектроснабжению
8. ГОСТ Р 8.563-2009 Государственная система обеспечения единства измерений. Методики (методы) измерений
9. ГОСТ 31168-2003 Здания жилые. Метод определения удельного потребления тепловой энергии на отопление
10. ГОСТ Р 51380-99 Энергосбережение. Методы подтверждения соответствия показателей энергетической эффективности энергопотребляющей продукции их нормативным значениям. Общие требования
11. ГОСТ Р 51387-99 Энергосбережение. Нормативно-методическое обеспечение. Основные положения
12. ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях
13. ГОСТ Р 54852 – 2011 Здания и сооружения. Методы тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций
14. ГОСТ Р 54860-2011 Теплоснабжение зданий. Общие положения методики расчета энергопотребности и эффективности систем теплоснабжения

15. ГОСТ Р 54862-2011 Энергоэффективность зданий. Методы определения влияния автоматизации, управления и эксплуатации здания

16. ГОСТ 31427-2010 Здания жилые и общественные. Состав показателей энергетической эффективности

17. ГОСТ 26254-84 Здания и сооружения. Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций

18. ГОСТ 31167-2010 Здания и сооружения. Методы определения воздухопроницаемости ограждающих конструкций в натурных условиях

19. ГОСТ 12.3.018-79 ССБТ. Системы вентиляционные. Методы аэродинамических испытаний

20. ГОСТ 30815-2002 Терморегуляторы автоматические отопительных приборов систем водяного отопления зданий. Общие технические условия

21. ГОСТ 28498-90 Термометры жидкостные стеклянные. Общие технические требования. Методы испытаний

22. ГОСТ Р 51649-2000 Теплосчетчики для водяных систем теплоснабжения. Общие технические условия

23. ГОСТ Р 53780-2010 ЕН 81-1:1998. ЕН 81-2:1998) Лифты. Общие требования безопасности к устройству и установке

24. ГОСТ 12.3.019-80 ССБТ. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности

25. ГОСТ Р 54764-2011 Лифты и эскалаторы. Энергетическая эффективность

26. ГОСТ Р 52941-2008 (ИСО 4190-6:1984) Лифты пассажирские. Проектирование систем вертикального транспорта в жилых зданиях

27. ГОСТ 22011-95 Лифты пассажирские и грузовые. Технические условия

28. СП 31-110-2003 Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий

29. ГОСТ 7502-98 Рулетки измерительные металлические. Технические условия

30. РД 52.04.562-96 Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 5. Актинометрические наблюдения. Часть 1. Актинометрические наблюдения на станциях

31. ГОСТ 21718-84 Материалы строительные. Диэлькометрический метод измерения влажности

32. ЖНМ-96-01/7 Приложение 8 к постановлению правительства Москвы от 04.06.1996 г. № 465 Нормативы Москвы по эксплуатации жилищного фонда

Примечания

1 При пользовании настоящей Методикой целесообразно проверить действие ссылочных нормативных документов на территории государства по соответствующему указателю стандартов, составленному по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

2 Для ссылок с ограниченным сроком действия применяется только цитируемое издание; для ссылок без указания срока действия используется самое последнее издание справочной публикации (включая все поправки).

## 4 ТЕРМИНЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ, СИМВОЛЫ И СОКРАЩЕНИЯ

4.1 В настоящей Методике используются следующие термины и определения.

| | |
|---|---|
| **1 Тепловая защита здания**<br>Thermal performance of a building | Теплозащитные свойства совокупности наружных и внутренних ограждающих конструкций здания, обеспечивающие заданный уровень расхода тепловой энергии (теплопоступлений) здания с учетом воздухообмена помещений не выше допустимых пределов, а также их воздухопроницаемость и защиту от переувлажнения при оптимальных параметрах микроклимата его помещений |
| **2 Энергетическая эффективность**<br>Energy efficiency | Характеристика, отражающая отношение полезного эффекта от использования энергетических ресурсов к затратам энергетических ресурсов, произведенным в целях получения такого эффекта |
| **3 Энергосбережение**<br>Energy saving | Реализация организационных, правовых, технических, технологических, экономических и иных мер, направленных на уменьшение объема используемых энергетических ресурсов при сохранении соответствующего полезного эффекта от их использования |
| **4 Удельный расход тепловой энергии на отопление здания за отопительный период)**<br>Specific energy demand for heating of a building of a heating season | Количество тепловой энергии за отопительный период, необходимое для компенсации теплопотерь здания с учетом воздухообмена и дополнительных тепловыделений при нормируемых параметрах теплового и воздушного режимов помещений в нем, отнесенное к единице площади квартир или полезной площади помещений общественных зданий (или к их отапливаемому объему при высоте этажа от |

пола до потолка более 3,5 м) и градусо-суткам отопительного периода

**5 Класс энергетической эффективности**
Category of the energy efficiency rating

Обозначение уровня энергетической эффективности здания, характеризуемого интервалом значений удельного годового потребления энергии на отопление, вентиляцию, кондиционирование (охлаждение), горячее водоснабжение, освещение (в жилых домах – только на общедомовые нужды) и эксплуатацию инженерного оборудования, включая лифты, в % от базового нормируемого значения

**6 Энергетический паспорт проекта здания**
Energy passport of a building project

Документ, содержащий энергетические, теплотехнические и геометрические характеристики, как существующих зданий, так и проектов зданий и их ограждающих конструкций, и устанавливающий соответствие их требованиям нормативных документов и класс энергетической эффективности

**7 Микроклимат помещения**
Indoor climate of a premise

Состояние внутренней среды помещения, оказывающее воздействие на человека, характеризуемое показателями температуры воздуха и ограждающих конструкций, влажностью и подвижностью воздуха (по ГОСТ 30494)

**8 Оптимальные параметры микроклимата помещений**
Optimum parameters of indoor climate of the premises

Сочетание значений показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают тепловое состояние организма при минимальном напряжении механизмов терморегуляции и ощущение комфорта не менее чем у 80 % людей, находящихся в помещении (по ГОСТ 30494)

**9 Дополнительные тепловыделения в здании**
Internal heat gain to a building

Теплота, поступающая в помещения здания от людей, включенных энергопотребляющих приборов, оборудования, электродвигателей, искусственного освещения и др.

**10 Коэффициент остекленности фасада здания**
Glazing-to-wall ratio

Отношение площадей светопроемов к суммарной площади наружных ограждающих конструкций фасада здания, включая светопроемы

**11 Отапливаемый объем здания**
Heating volume of a building

Объем, ограниченный внутренними поверхностями наружных ограждений здания - стен, покрытий (чердачных перекрытий), перекрытий пола первого этажа или пола подвала при отапливаемом подвале

**12 Холодный (отопительный) период года**
Cold (heating) season of a year

Период года, характеризующийся средней суточной температурой наружного воздуха, равной и ниже 10 или 8°С в зависимости от вида здания (по ГОСТ 30494)

| | |
|---|---|
| **13 Теплый период года**<br>Warm season of a year | Период года, характеризующийся средней суточной температурой воздуха выше 8 или 10 °С в зависимости от вида здания (по ГОСТ 30494) |
| **14 Продолжительность отопительного периода**<br>Length of the heating season | Расчетный период времени работы системы отопления здания, представляющий собой среднее статистическое число суток в году, когда средняя суточная температура наружного воздуха устойчиво равна и ниже 8 или 10 °С в зависимости от вида здания |
| **15 Средняя температура наружного воздуха отопительного периода**<br>Mean temperature of outdoor air of the heating season | Расчетная температура наружного воздуха, усредненная за отопительный период по средним суточным температурам наружного воздуха |
| **16 Приведенное сопротивление теплопередаче фрагмента теплозащитной оболочки здания**<br>Reduced thermal resistance of a fragment of the thermal building envelope | Физическая величина, характеризующая усредненную по площади плотность потока теплоты через фрагмент теплозащитной оболочки здания в стационарных условиях теплопередачи, численно равная отношению разности температур по разные стороны фрагмента к усредненной по площади плотности потока теплоты через фрагмент |
| **17 Коэффициент теплотехнической однородности**<br>Factor of thermothechnical uniformity | Безразмерный показатель, численно равный отношению потока теплоты через фрагмент ограждающей конструкции к потоку теплоты через условную ограждающую конструкцию той же площадью поверхности, что и фрагмент |
| **18 Теплозащитная оболочка здания**<br>Thermal envelope of the building | Совокупность ограждающих конструкций, образующих замкнутый контур, ограничивающий отапливаемый объем здания |
| **19 Базовый цикл движения лифта**<br>The basic cycle of movement of the elevator | Цикл движения кабины лифта между крайними нижней и верхней остановками на заданную высоту, используемый для определения энергопотребления лифта в режиме движения |
| **20 Вспомогательное электрооборудование**<br>Auxiliary electrical equipment | Электрооборудование, выполняющее вспомогательные функции — освещение, вентиляцию, обогрев, аварийную сигнализацию, аварийную подачу электропитания |
| **21 Режим движения лифта**<br>Driving mode lift | Состояние, при котором лифт выполняет команды системы управления на движение, остановку, открывание и закрывание дверей кабины |
| **22 Режим ожидания лифта**<br>Standby lift | Состояние, при котором кабина лифта с закрытыми дверями находится на этаже, лифт включен и готов к немедленному пуску по команде системы управления |

| | |
|---|---|
| **23 Энергопотребление**<br>Energy consumption | Потребление энергии за определенный период времени |
| **24 Энергопотребление лифтовой установки**<br>Power elevator installation | Энергопотребление тех частей лифта, которые находятся под электрическим напряжением в режиме ожидания и обеспечивают готовность к выполнению команды системы управления |

4.2 В настоящей Методике применяются следующие символы и единицы измерений (таблица 4.1), сокращения и индексы (таблица 4.2).

Таблица 4.1 - Символы и единицы измерений

| Символ | Наименование величин | Единицы измерения |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| $\rho$ | плотность | $кг/м^3$ |
| $c$ | удельная теплоемкость | $кДж/(кг\cdot °C)$ |
| $Q$ | количество энергии | $кВт\cdot ч$ |
| $V$ | объем | $м^3$ |
| $H$ | количество энергии, приведенное к градусо-часу периода испытаний | $Вт/°C$ |
| $D$ | градусо-часы | $°C\cdot ч$ |
| $t$ | температура | $°C$ |
| $z$ | продолжительность периода испытаний | $сут$ |
| $A$ | площадь | $м^2$ |
| v | скорость воздуха | $м/с$ |
| $R$ | сопротивление теплопередаче | $(м^2\cdot{}^0C)/Вт$ |
| $I$ | интенсивность солнечной радиации | $кВт\cdot ч/м^2$ |
| $\beta$ | поправочный коэффициент | доли единицы |
| $\omega$ | массовая влажность | % |
| $\alpha$ | коэффициент теплопередачи | $Вт/(м^2\cdot{}^0C)$ |
| $\lambda$ | коэффициент теплопроводности | $Вт/(м\cdot{}^0C)$ |
| $d$ | толщина | $м$ |
| $r$ | коэффициент теплотехнической однородности стен | доли единицы |
| $f$ | коэффициент остекленности здания | доли единицы |
| $\varphi$ | относительная влажность | % |
| $K, k$ | коэффициент | доли единицы |
| $q$ | удельное годовое потребление энергии, отнесенное к 1 $м^2$ площади квартир | $кВт\cdot ч/м^2$ |
| $\hat{q}$ | удельные затраты энергии на нагрев на 1 градус 1 $м^3$ холодной сетевой воды | $кВт\cdot ч/(м^3\cdot{}^0C)$ |
| $W$ | мощность | $кВт$ |
| $\tau$ | интервал времени | $ч$ |
| $Z$ | годовое число часов использования установленной мощности оборудования | $ч$ |
| $h$ | высота | $м$ |
| $L$ | часовое количество приточного воздуха | $м^3/ч$ |

| 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|
| $G$ | приведенная воздухопроницаемость ограждающих конструкций здания при разности давлений 10 Па | $кг/м^2 \cdot ч$ |
| $\xi$ | коэффициент снижения удельных затрат энергии | доли единицы |
| $\varsigma$ | коэффициент эффективности авторегулирования отопления | доли единицы |
| $\nu$ | коэффициент, учитывающий снижение использования теплопоступлений в период превышения их над теплопотерями | доли единицы |
| $N$ | потребляемая мощность систем инженерного оборудования | *кВт* |

Таблица 4.2 - Сокращения и индексы

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| *от* | отопление | *вент* | вентиляция | *тр* | трансмиссионный |
| *рад* | радиация | *суш* | сушка | *акк* | аккумуляция |
| *ф (факт)* | фактический | *изм* | измеренный | *в (вн)* | внутренний |
| *н* | наружный | *ср* | средний | *удал* | удаляемый (воздух) |
| *ш* | шахты | *кв* | квартиры | *пред* | квартиры-представители |
| *F* | светопрозрачные конструкции | *W* | стены | *пр* | приведенный |
| *k* | индекс, относящийся к номеру испытания (номеру суток испытания) | *i* | индекс, относящийся к номеру устройства | *j* | индекс, относящийся к номеру слоя или водоразбора |
| *нач* | начало | *кон* | конец | *h* | отопительный период |
| *z* | период испытаний | *вых* | выход (шахт, рекуператоров) | *р* | рекуператор |
| *сум* | суммарный | *гв* | горячая вода | *хв* | холодная вода |
| *слив* | сливаемая (вода) | *цир* | циркуляция | *лифт* | лифтовая установка |
| *ож* | ожидание | *дв* | движение | *с* | спрос |
| *h* | отопительный период | *осв* | освещение | *инж* | инженерное оборудование |
| *а* | воздух | *эл* | электричество | *ж* | жители |
| *стр* | строительный | *эт* | этаж | *быт* | бытовые |
| *ГВС* | горячее водоснабжение | *конд* | кондиционирование | *сут* | суточный |
| *т* | тепловой | | | | |

# 5 НАТУРНЫЕ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ПО ИНСТРУМЕНТАЛЬНОМУ ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ ВВОДИМЫХ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

## 5.1 Проведение испытаний

5.1.1 При проведении испытаний по инструментальному определению энергетической эффективности и энергопотребления систем отопления и вентиляции вводимых в эксплуатацию жилых и общественных зданий измеряются показатели энергетической эффективности систем отопления и вентиляции здания, при этом в помещениях здания не должны обеспечиваться нормируемые требования к параметрам микроклимата и кратности воздухообмена.

5.1.2 Натурные теплотехнические испытания по инструментальному определению энергетической эффективности и энергопотребления систем отопления и вентиляции, вводимых в эксплуатацию жилых зданий, должны проводиться на предъявляемом к сдаче-приемке и вводу в эксплуатацию жилом доме, подключенном по основной, или временной схеме к городским электрическим и тепловым сетям, а также к водопроводу, канализации, и при необходимости (в соответствии с утвержденным проектом) к сетям газоснабжения, и оснащенном, в соответствии с действующим законодательством, всеми общедомовыми и квартирными приборами учета потребления энергетических ресурсов и воды.

5.1.3 Натурные испытания по инструментальному определению энергетической эффективности и энергопотребления системы отопления и вентиляции должны проводиться в незаселенном доме, преимущественно, в холодный период года (в отопительный сезон). Срок проведения испытаний 10 суток.

5..1.4 При сдаче – приемке дома в эксплуатацию в летнее время года, испытания систем отопления целесообразно отложить на холодное время года. При этом застройщик должен предоставить банковскую гарантию проведения испытаний не позже 3-го месяца отопительного сезона (в Москве – декабрь), в противном случае – к застройщику применяются санкции.

5.1.5 В случае проведения отложенных испытаний, до и при их проведении застройщик обязан контролировать заселение дома, потребление им (домом) энергоресурсов и воды, начало ремонтов в квартирах и пр., затем эти обстоятельства должны быть учтены при проведении испытаний.

5.1.6 Испытания не могут быть начаты раньше, чем через 21 сутки после включения системы отопления здания.

5.1.7 При наличии общедомовых рекуператоров и утилизаторов теплоты вытяжного воздуха натурные испытания рекомендуется проводить в период со средней температурой

наружного воздуха, не превышающей средней за отопительный сезон температуры наружного воздуха (для Москвы (-2,2°С) [3]).

5.1.8 Натурным испытаниям по инструментальному определению энергетической эффективности и энергопотребления подлежит система отопления и вентиляции всего дома в целом. В случае оснащения приборами учета энергоресурсов отдельных частей здания, натурные испытания проводятся на них, с последующим приведением результатов к общим показателям по всему дому.

5.1.9 При проведении испытаний угловой секции, или стояка должны быть учтены отличия их трансмиссионных тепловых потерь от трансмиссионных потерь рядовых секций или стояков.

5.1.10 Выбору стояка или секции для проведения испытаний систем отопления и вентиляции могут предшествовать предварительные испытания на воздухопроницаемость квартир-представителей, по результатам которых выбирается наихудшая секция или стояк.

5.1.11 Перед началом испытаний необходимо проверить соответствие проекту и фактическое наличие, в том числе и в квартирах, - вентиляционных устройств, рекуператоров, утилизаторов, регулирующих клапанов на вытяжке из квартир, и прочего оборудования, влияющего на эффективность эксплуатации систем отопления и вентиляции.

5.1.12 Перед началом испытаний проверить соответствие проекту и наличие квартирных и общедомовых контроллеров, управляющих системой отопления и вентиляции, общедомовых узлов автоматического управления, программаторов и прочих приборов контроля управления.

5.1.13 Перед началом испытаний проверить соответствие проекту и наличие электронагревательных приборов, прямым или косвенным образом участвующих в обогреве помещений, или подогреве приточного или вытяжного воздуха. Все несоответствующие проекту электронагревательные приборы выключить (даже при наличии в проекте электрических полотенцесушителей, их выключить).

5.1.14 Перед началом проведения натурных испытаний на терморегулирующих вентилях всех отопительных приборов должны быть установлены термостатирующие головки. Проведение испытаний без установленных термостатирующих головок не допускается.

5.1.15 В период проведения испытаний в здании, секции, или стояке любые работы, включая отделочные, запрещаются.

5.1.16 Перед началом проведения испытаний производится проверка сроков действия метрологических сертификатов общедомовых приборов учета потребляемой зданием тепловой и электрической энергии, воды и природного газа (в случае наличия), оценка их (приборов) точности и комплектности сопроводительной технической документации.

5.1.17 Проверяется комплектность оснащения отопительных приборов в доме терморегулирующими вентилями и термостатическими головками к ним. Наличие на отопительных приборах терморегулирующих вентилей и термостатирующих головок приборы должно соответствовать утвержденному проекту. Термостатирующие головки желательно установить в одно положение, например, на цифру «4».

5.1.18 При наличии общедомовых рекуператоров и утилизаторов они должны быть включены в штатном режиме эксплуатации.

5.1.19 При наличии квартирных рекуператоров и утилизаторов, при проведении испытаний они должны быть включены в штатном режиме эксплуатации. Требования этого пункта распространяются как на квартирные приточно-вытяжные системы вентиляции с рекуперацией и/или утилизацией теплоты вытяжного воздуха, так и на стеновые приточно-вытяжные устройства (клапаны) с рекуперацией теплоты вытяжного воздуха.

5.1.20 При наличии в системе отопления здания устройств, утилизирующих для нужд отопления вторичные энергоресурсы, включая тепло вытяжного воздуха, и нетрадиционные источники энергии (низкопотенциальное тепло грунта, солнечную энергию и пр.) в период проведения испытаний эти устройства должны быть включены в штатном режиме эксплуатации.

5.1.21 Перед началом проведения испытаний в здании, секции, или стояке устанавливается контрольно-измерительная аппаратура, контролирующая температуру, относительную влажность и расход вытяжного воздуха на выходе из каждой вытяжной шахты (канала) на чердаке, или на крыше. На выходе из каждой шахты устанавливаются логгеры, анемометры, измеряются и регистрируются значения следующих параметров:

- температура вытяжного воздуха, $^{o}C$;
- скорость вытяжного воздуха, м/с;
- расход вытяжного воздуха, $м^3/с$;
- относительная влажность вытяжного воздуха.

Интервал измерений не более 1 ч.

5.1.22 Приборы измерения температуры, влажности и скорости воздуха должны быть установлены на вентканалах системы дымоудаления, чтобы контролировать утечки воздуха через систему дымоудаления здания.

5.1.23 Почасовые значения потребления системой отопления здания тепловой, электрической энергии и в случае наличия природного газа измеряются и регистрируются общедомовыми приборами учета, или индивидуальными приборами учета, установленными на испытываемую секцию, или стояк.

5.1.24 Часы на используемых общедомовых и индивидуальных приборах учета потребления энергоресурсов, логгерах, анемометрах и иных используемых при испытаниях пишущих измерительных или регистрирующих приборах и оборудовании, должны быть синхронизированы.

5.1.25 При наличии общедомовых рекуператоров и утилизаторов теплоты вытяжного воздуха контрольно-измерительная аппаратура, контролирующая температуру, относительную влажность и расход вытяжного воздуха, дополнительно устанавливается на входе и выходе рекуператора и/или утилизатора.

5.1.26 При наличии квартирных устройств рекуперации и утилизации теплоты вытяжного воздуха и других вторичных энергоресурсов и нетрадиционных источников энергии для нужд отопления контролируются температура, относительная влажность и расход вытяжного воздуха квартиры (перед входом в устройство и на выходе из устройства). Контроль осуществляется в квартирах-представителях, по 3 квартиры на один стояк: первый, средний и последний этажи.

5.1.27 В период испытаний окна во всех помещениях испытываемого здания, секции или стояка должны быть закрыты. Если здание оснащено приточными вентиляционными клапанами и устройствами, они все должны быть в одном положении (рекомендуется среднее положение).

5.1.28 При наличии водяных полотенцесушителей и циркуляционных контуров ГВС на период проведения испытаний циркуляцию и подачу ГВС в дом выключить.

5.1.29 Установить датчики для измерения температуры, относительной влажности наружного воздуха, скорости ветра и интенсивности солнечной радиации. Измерения проводить со стороны каждого фасада, желательно исключив влияние углов здания. Датчики и термометры для измерения температуры наружного воздуха устанавливают в местах, не подвергающихся воздействию солнечной радиации. Датчики устанавливаются снаружи здания, защищаются от солнечных лучей, желательно в центре фасада, на некотором отдалении от стены здания, на штангах определенной длины (дополнительно рекомендуется контроль температуры наружного воздуха еще и на удалении от здания, для исключения влияния здания). Датчик пиранометра для измерения интенсивности солнечной радиации на вертикальную поверхность светопроемов при действительных условиях облачности устанавливают в незатененных местах.

5.1.30 Перед началом испытаний снять и записать в журнал испытаний начальные показания всех общедомовых приборов учета потребления тепловой и электрической энергии и воды, а также электроэнергии и природного газ (если есть) в квартирах (например, отопительные приборы, плиты газовые и электрические, электрические полотенцесушители).

Потребление домом электрической энергии необходимо контролировать, иначе возможно несанкционированное включение электронагревательных приборов в квартирах и снижение затрат тепловой энергии на отопление. Газоснабжение дома (если имеется) на время проведения испытаний целесообразно выключить.

5.1.31 Натурные испытания по инструментальному определению энергетической эффективности и энергопотребления системы отопления и вентиляции следует проводить в течение 10 суток. По завершении испытаний, необходимо снять, как минимум, почасовые и итоговые показания со всех приборов учета и записать их в журнал. Оформить протокол испытаний.

5.2 Аппаратура и оборудование

5.2.1 Применяемые средства измерений должны иметь свидетельства об утверждении типа средств измерений и документы, подтверждающие проведение их поверки (калибровки) с установленной периодичностью. Все измерения должны проводиться по аттестованным в соответствии с ГОСТ Р 8.563 методикам измерений [8].

5.2.2 Измерение расхода тепловой энергии на отопление здания:

5.2.2.1 Для измерения расхода энергии на вводе водяной системы отопления в здание (группы помещений или квартиры), основываясь на требованиях ГОСТ Р 51649 [22], применяют теплосчетчик, который состоит из:

- первичного преобразователя расхода горячей воды, врезаемого в трубопровод с более низкой температурой;

- двух первичных преобразователей температуры, один из которых устанавливается на трубопроводе, подающем горячую воду в систему отопления (подводящем трубопроводе), другой - на трубопроводе, возвращающем воду, прошедшую через систему отопления, в теплосеть (отводящем трубопроводе);

- тепловычислителя, содержащего блок обработки сигналов и стационарно подключенное цифробуквенное печатающее устройство (принтер).

5.2.2.2 Допускается применение других теплосчетчиков, скомплектованных из преобразователей расхода и температуры воды и тепловычислителя, поверенных в установленном порядке. При отсутствии тепловычислителя допускается установка на трубопроводах измерительных преобразователей расхода (расходомера) и датчиков температуры, позволяющих определять расход тепловой энергии.

5.2.2.3 Для обеспечения поддержания постоянной температуры в помещениях здания с водяной системой отопления тепловой пункт здания должен быть оборудован устройством автоматического регулирования подачи теплоты на отопление в зависимости от изменения

температуры наружного воздуха. Кроме того, отопительные приборы, как правило, должны быть снабжены термостатическими кранами по ГОСТ 30815 [20].

5.2.3 Определение температуры вытяжного воздуха на выходе воздуховода (вентиляционной шахты).

5.2.3.1 Измерение температуры движущейся среды (воздуха) следует проводить в плоскости выхода вытяжной шахты при скоростях движения воздуха до 20 м/с, средствами классом точности не ниже 0,5.

5.2.3.2 Количество и расположение точек в измерительном сечении определяется ГОСТ 12.3.018 [20]. Координаты расположения точек в измерительном сечении определяются при помощи рулетки согласно ГОСТ 7502 [29].

5.2.3.3 Средняя температура воздуха на выходе шахты находится как среднеарифметическое температур в измерительных точках сечения.

5.2.4 Измерение относительной влажности воздуха на выходе воздуховода (вентиляционной шахты).

5.2.4.1 Относительную влажность воздуха следует измерять гигрометрами или психрометрами различных конструкций с диапазоном измерения от 0% до 100%, погрешностью ±2%.

5.2.4.2 Измерение относительной влажности движущейся среды (воздуха) следует проводить в плоскости выхода вытяжной шахты при скоростях движения воздуха до 20 м/с.

5.2.4.3 Средняя относительная влажность воздуха на выходе шахты находится как среднеарифметическое относительной влажности воздуха в измерительных точках сечения.

5.2.5 Определение скорости движения и расхода воздуха на выходе воздуховода (вентиляционной шахты).

5.2.5.1 Скорость воздуха в плоскости выхода вентиляционной шахты рекомендуется измерять анемометрами с диапазоном измерения скорости воздуха от 0 до 10 м/с и погрешностью ±(0,1−0,3) м/с; с зондом «обогреваемая струна» или с зондом-крыльчаткой.

5.2.5.2 Количество и расположение точек в измерительном сечении определяется согласно ГОСТ 12.3.018 [20]. Координаты расположения точек в измерительном сечении определяются при помощи рулетки согласно ГОСТ 7502 [29].

5.2.5.3 Длина измерительного зонда анемометра должна быть достаточной для доступа к точке замера в сечении канала (воздуховода).

5.2.5.4 В каждой точке измерения скорость следует измерять дважды, причем разность между результатами измерений должна быть не более 5 %, в противном случае проводить дополнительные измерения.

5.2.5.5 Измерения скорости воздушного потока в открытых отверстиях производить в плоскости выхода воздуха (для воздухораспределительных устройств), а при входе в отверстие – внутри канала (для воздухоприемных устройств).

5.2.5.6 В отверстиях площадью до 1 $м^2$ необходимо производить измерения скорости воздуха при медленном равномерном движении анемометра по всему сечению отверстия. Определение площади отверстия производится рулеткой, соответствующей ГОСТ 7502 [29].

5.2.5.7 При большем размере отверстия его сечение следует разбивать на несколько равных площадок и измерения производить в центре каждой из них. Для последующих расчетов в качестве средней скорости следует принимать среднее арифметическое из значений измеренных скоростей.

5.2.5.8 В случаях, когда в одной части проема движение воздуха имеет одно направление, а в другой части проема – противоположное, измерения проводить на нейтральной линии в проеме, где скорость воздуха равна нулю. После этого отдельно измерить скорости воздуха по обе стороны от нейтральной линии.

5.2.5.9 В отверстиях, закрытых решетками, измерения скорости производить анемометром с диапазоном измерения скорости воздуха от 0 до 60 м/с и точностью ± (от 0,1 до 0,5) м/с, снабженным насадкой, которая в процессе измерений должна плотно примыкать к решетке. Насадка должна иметь длину, обеспечивающую сглаживание профилей скорости за решеткой. Если решетка имеет наклон для придания определенного направления движения воздуха, то насадку следует выполнять с наклоном, соответствующим наклону створок решетки.

5.2.5.10 Средняя скорость воздуха на выходе шахты находится как среднеарифметическое скоростей воздуха в измерительных точках сечения.

5.2.5.11 Измерение контролируемых параметров на входе и выходе общедомовых рекуператоров, утилизаторов теплоты вытяжного воздуха (при наличии), на входе квартирных рекуператоров, утилизаторов теплоты вытяжного воздуха (при наличии), на выходе шахты дымоудаления проводится согласно пунктам 5.1.21. – 5.1.25.

5.2.6 Измерение температуры наружного воздуха

5.2.6.1 Температуру наружного воздуха измеряют термометрами, соответствующими ГОСТ 28498 [21] с ценой деления не более 0,5°С или другими средствами измерений с точностью измерения того же класса.

5.2.6.2 Измерение температуры наружного воздуха производится с каждого фасада в центральной его части, на удалении не менее 0,5 м от наиболее выступающих частей ограждающих конструкций. При невозможности поместить измерительную аппаратуру в центральной части фасада допускается проведение измерений на высоте не менее 2 м от поверх-

ности земли на расстоянии не более 20 м от данного фасада вне зоны аэродинамической тени здания.

5.2.7 Измерение относительной влажности наружного воздуха

5.2.7.1 Относительную влажность наружного воздуха следует измерять гигрометрами или психрометрами различных конструкций с диапазоном измерения от 0% до 100%, погрешностью ±2%.

5.2.7.2 Измерение относительной влажности наружного воздуха производится с каждого фасада в центральной его части, на удалении не менее 0,5 м от наиболее выступающих частей ограждающих конструкций. При невозможности поместить измерительную аппаратуру в центральной части фасада допускается проведение измерений на высоте не менее 2 м от поверхности земли на расстоянии не более 20 м от данного фасада вне зоны аэродинамической тени здания.

5.2.8 Измерение скорости и направления ветра

5.2.8.1 Направление и скорость ветра измеряются вымпелом и чашечным анемометром.

5.2.8.2 Измерение скорости ветра производится с каждого фасада в центральной его части, на удалении не менее 0,5 м от наиболее выступающих частей ограждающих конструкций. При невозможности поместить измерительную аппаратуру в центральной части фасада допускается проведение измерений на высоте не менее 2 м от поверхности земли на расстоянии не более 20 м от данного фасада вне зоны аэродинамической тени здания.

5.2.9 Измерение суммарной солнечной радиации

5.2.9.1 Для измерения суммарной солнечной радиации на горизонтальную поверхность при действительных условиях облачности используют пиранометры М-80М по действующей нормативной документации.

5.2.9.2 Измерения величин суммарной (прямой и рассеянной) солнечной радиации при действительных условиях облачности, осуществляют согласно РД 52.04.562-96 [30].

5.2.10 Температуру наружного воздуха и величину суммарной солнечной радиации можно применять по данным ближайшей метеостанции.

5.2.11 Измерение влажности строительных материалов проводится согласно ГОСТ 21718 [31].

5.3 Обработка результатов

5.3.1 Итогом испытаний являются инструментально измеренные и зарегистрированные значения следующих величин:

-потребление энергетических ресурсов зданием за период испытаний, включая потребление тепловой и электрической энергии, воды и природного газа или иного топлива (при их наличии);

-значения температур и относительной влажности наружного воздуха по каждому из фасадов;

-значения скоростей ветра по каждому из фасадов;

-значения интенсивности суммарной солнечной радиации, приходящей на вертикальную поверхность при действительных условиях облачности по каждому из фасадов;

-значения температуры, относительной влажности и скорости движения вытяжного воздуха на выходе из каждой вентиляционной шахты испытываемого здания с последующим определением расхода вытяжного воздуха по каждой шахте. По измеренным значениям температуры вытяжного воздуха определяется средняя температура и относительная влажность внутреннего воздуха в помещениях здания;

-начальные и конечные показания общедомовых приборов учета потребления электрической энергии и воды.

5.3.2 Измерения проводятся, как минимум, с почасовой регистрацией данных.

5.3.3 Целью обработки результатов инструментальных испытаний является определение фактического количества энергии, расходуемого зданием на цели отопления, приведенного к градусо-часу периода испытаний $H_{от,ф}, Вт/^{\circ}С$.

5.3.4. Количество энергии, расходуемое зданием на цели отопления, может быть определено из уравнения теплового баланса здания за период испытаний:

$$Q_{от,изм} = Q_{тр} + Q_{вент,изм} + Q_{акк} + Q_{суш} - Q_{рад,изм} \quad (5.1)$$

где $Q_{от,изм}, кВт \cdot ч$ - полученное по результатам измерений количество энергии, фактически израсходованное зданием на цели отопления за период испытаний;

$Q_{вент,изм}, кВт \cdot ч$ - полученное по результатам измерений количество энергии, фактически израсходованное зданием на подогрев приточного и/или инфильтрационного воздуха, за период испытаний;

$Q_{рад,изм}, кВт \cdot ч$ - полученное по результатам измерений количество энергии, поступившее в здание за счет солнечной радиации за период испытаний;

$Q_{тр}, кВт \cdot ч$- количество энергии, теряемое зданием через ограждающие конструкции (трансмиссионные потери);

$Q_{акк}, кВт \cdot ч$ - количество энергии, аккумулируемое в ограждающих конструкциях здания, обусловленное изменением температуры наружного воздуха, за период испытаний;

$Q_{суш}, кВт \cdot ч$ - количество энергии, затраченное на сушку ограждающих конструкций здания за период испытаний.

5.3.5 Величины $Q_{акк}$ и $Q_{суш}$ могут быть выражены через энергию трансмиссионных потерь:

$$Q_{акк} = \beta_{акк} \cdot Q_{тр} \tag{5.2}$$

$$Q_{суш} = \beta_{суш} \cdot Q_{тр} \tag{5.3}$$

Тогда уравнение баланса (5.1):

$$Q_{от,изм} = Q_{вент,изм} + Q_{тр} \cdot (1 + \beta_{акк} + \beta_{суш}) - Q_{рад,изм} \tag{5.4}$$

Разделив обе части уравнения (5.4) на величину $D_z, ^oC \cdot ч$, - градусо-часов периода испытаний (определяется в п.5.3.7), - получим выражение для определения величины $H_{тр,ф}$, $кВт/^oC$:

$$H_{тр,ф} = \frac{Q_{тр}}{D_z} = \frac{H_{от,изм} - H_{вент,изм} + H_{рад,изм}}{1 + \beta_{акк} + \beta_{суш}} \tag{5.5}$$

где

$$H_{от,изм} = \frac{Q_{от,изм}}{D_z} \tag{5.6}$$

- количество энергии, расходуемой зданием на цели отопления, отнесенное к 1 градусо-часу периода испытаний, $кВт/^oC$;

$$H_{вент,изм} = \frac{Q_{вент,изм}}{D_z}, \tag{5.7}$$

- количество энергии, расходуемой зданием на нагрев вентиляционного и/или инфильтрующегося воздуха, отнесенное к 1 градусо-часу отопительного периода, $кВт/^oC$.

$$H_{рад,изм} = \frac{Q_{рад,изм}}{D_z}, \tag{5.8}$$

- количество энергии, получаемое зданием в результате воздействия солнечной радиации, отнесенное к градусо-часу отопительного периода, $кВт/^oC$.

5.3.6. В итоге количество энергии $H_{от,ф}$, расходуемое зданием на цели отопления и приведенное к градусо-часу периода испытаний, $кВт/^{o}C$ может быть определено по формуле

$$H_{от,ф} = H_{тр,ф} + H_{вент,изм} \tag{5.9}$$

5.3.7 Градусо-часы периода испытаний $D_z, ^{o}C \cdot ч$:

$$D_z = (t_в^{ср} - t_н^{ср}) \cdot \tau_z \,, \tag{5.10}$$

где $\tau_z = 24 \cdot z$ - продолжительность периода испытаний, ч; z - количество суток;

$t_н^{ср}$ - средняя температура наружного воздуха за период испытаний, °С;

$t_в^{ср}$ - средняя температура внутреннего воздуха за период испытаний °С.

5.3.8 Средняя за период испытаний температура наружного воздуха определяется по результатам испытаний:

$$t_н^{ср} = \frac{1}{\tau_z} \sum_{k=1}^{\tau_z} t_{н,k} \,, \tag{5.11}$$

где $t_{н,k}$ - температура наружного воздуха для $k-го$ испытания.

5.3.9 Средняя температура внутреннего воздуха в отапливаемом здании определяется по результатам фактических измерений за период испытаний $\tau_z$, как средневзвешенное значение температур внутреннего воздуха $t_{i,k}$, измеренных в среднем за $k-й$ час, на выходе каждой из $i-й$ вытяжных вентиляционных шахт, а также на входе устройств общедомовых и/или квартирных рекуператоров, с весами $V_{вент,i,k} = 3600 A_i \cdot \mathrm{v}_{i,k}$ соответствующих объемов вытяжного воздуха. К примеру, для двух шахт:

$$t_в^{ср} = \frac{\sum_{k=1}^{\tau_z} (A_1 \cdot \mathrm{v}_{1,k} \cdot t_{1,k} + A_2 \cdot \mathrm{v}_{2,k} \cdot t_{2,k})}{\sum_{k=1}^{\tau_z} (A_1 \cdot \mathrm{v}_{1,k} + A_2 \cdot \mathrm{v}_{2,k})} \tag{5.12}$$

где $A_1, A_2, \cdot м^2$ - площади вытяжных отверстий шахт и рекуператоров; $\mathrm{v}_{i,k}$ - усредненная по площади $i-ой$ шахты скорость удаляемого воздуха для $k-го$ испытания, $м/с$.

5.3.10 Количество энергии $Q_{вент,изм}, кВт \cdot ч$, фактически израсходованное на подогрев приточного воздуха системой отопления за период испытаний:

$$Q_{вент,изм} = \frac{c_a \cdot \rho_a \cdot (V^h_{вент} + V^{кв}_{вент})}{3600}(t^{ср}_{удал} - t^{ср}_{н}), \quad (5.13)$$

где средняя за период испытаний температура удаляемого внутреннего воздуха в отапливаемом здании определяется по результатам фактических измерений за период испытаний:

$$t^{ср}_{удал} = \frac{1}{\sum_{k=1}^{\tau_z}(\sum_{i=1}^{n} V_{вент,i,k})} \sum_{k=1}^{\tau_z}(\sum_{i=1}^{n} V_{вент,i,k} t^{вых}_{i,k}), \quad (5.14)$$

- средневзвешенное значение температур внутреннего воздуха по всем почасовым значениям $t^{вых}_{i,k}$, измеренным на выходе каждой из вытяжных вентиляционных шахт, а также на выходе устройств общедомовых и/или квартирных рекуператоров, с весами $V_{вент,i,k} = 3600 A_i \cdot \mathrm{v}_{i,k}$ соответствующих объемов вытяжного воздуха; n – суммарное количество вентиляционных шахт и рекуператоров.

$V^h_{вент}, м^3$ - количество приточного воздуха, нагретого системой отопления здания и удаляемого через общедомовые вытяжные вентиляционные шахты и шахты дымоудаления, за период испытаний:

$$V^h_{вент} = 3600 \cdot \tau_z \cdot \sum_{i=1}^{m} A_i \cdot \mathrm{v}_i \quad (5.15)$$

где $A_i, м^2$ - площадь вытяжного отверстия $i$-ой шахты; $\mathrm{v}_i = \frac{1}{\tau_z}\sum_{k=1}^{\tau_z} \mathrm{v}_{i,k}$ - средняя за период испытаний скорость удаляемого воздуха для $i$-ой шахты, $м/с$; $\mathrm{v}_{i,k}$ - усредненная по площади i-ой шахты скорость удаляемого воздуха для k-го испытания, $м/с$.

$V^{кв}_{вент}, м^3$ - количество приточного воздуха нагретого системой отопления здания за период испытаний и удаляемого через квартирные (локальные) устройства рекуперации и утилизации в пересчете на все здание:

$$V^{кв}_{вент} = V^{пред}_{кв} \cdot \frac{A_h}{A^{пред}_{кв}} \quad (5.16)$$

где $A_h, м^2$ - площадь квартир или помещений здания, определяется по данным проекта здания;

$A^{пред}_{кв}, м^2$ - площадь квартир-представителей.

$V^{пред}_{кв}, м^3$ - суммарное по квартирам (помещениям) - представителям количество вытяжного воздуха, удаляемого квартирными (локальными) устройствами рекуперации и/или утилизации за период испытаний:

$$V^{пред}_{кв} = 3600 \cdot \tau_z \cdot \sum_{i=1}^{n} A_i \cdot \mathrm{v}_i \quad (5.17)$$

$A_i, м^2$ - площадь вытяжного отверстия i-го рекуператора; $\mathrm{v}_i = \frac{1}{\tau_z}\sum_{k=1}^{\tau_z} \mathrm{v}_{i,k}$ - средняя за период испытаний скорость удаляемого воздуха для $i$-го рекуператора, $м/с$; $\mathrm{v}_{i,k}$ - усредненная по площади $i$-го рекуператора скорость удаляемого воздуха в $k$-м испытании, $м/с$, $\tau_z$ - продолжительность периода испытаний, ч; $c_a$, кДж/кг/град - удельная теплоемкость воздуха,

определяется по справочным данным [1,5]; $\rho_a, кг/м^3$ - плотность внутреннего воздуха, определяется по формуле $\rho_a = \frac{353}{273 + t_в^{ср}}$. Значения $t_н^{ср}$ определяются в п. 5.3.8.

5.3.11 Количество энергии $Q_{рад,изм}, кВт \cdot ч$, полученное зданием за счет солнечной радиации за период испытаний:

$$Q_{рад,ф} = \tau_F \cdot k_F \cdot A_F \cdot I_{F,изм}^{ср} \quad (5.18)$$

где $I_{F,изм}^{ср}$ - фактически измеренная величина интенсивности солнечной радиации через светопрозрачные конструкции здания, $I_{F,изм}^{ср} = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} I_{F,i}$ $кВт \cdot ч/м^2$; $I_{F,i} = \frac{1}{\tau_z}\sum_{k=1}^{\tau_z} I_{F,k,i}$ - средняя за период испытаний интенсивность солнечной радиации через i-е светопрозрачные конструкции здания, $кВт \cdot ч/м^2$ [1,7];

$A_F$ - площадь светопрозрачных конструкций, м$^2$;

$\tau_F$ - коэффициент, учитывающий затенение непрозрачными элементами заполнения светопрозрачных конструкций (принимается по проектным данным; при отсутствии данных принимается по своду правил [1,7]).;

$k_F$ - коэффициент относительного проникания солнечной радиации для светопрозрачной конструкции (принимается по проектным данным; при отсутствии данных принимается по своду правил [1,7]).

5.3.12 Коэффициент сушки $\beta_{суш}$, учитывающий затраты тепловой энергии, связанные с сушкой ограждающих конструкций за период испытаний $\tau_z$, определяется по таблице 5.1.

Таблица 5.1 - Коэффициент сушки $\beta_{суш}$ для некоторых конструкций стен и различных значений коэффициента остекления здания $f$

| $f = A_F/(A_W + A_F)$ | 0,15 | 0,20 | 0,25 | 0,30 | 0,50 |
|---|---|---|---|---|---|
| Конструкция стены (толщина слоя), начиная с наружного слоя | | | | | |
| Бетон (0,1) - пенополистирол (0,15)-бетон (0,15) | 0,084 | 0,072 | 0,062 | 0,054 | 0,030 |
| Бетон (0,1) - минвата (0,15) - бетон (0,15) | 0,084 | 0,072 | 0,062 | 0,054 | 0,030 |
| Минвата (0,2) - бетон (0,2) | 0,12 | 0,10 | 0,085 | 0,073 | 0,040 |
| Минвата (0,2) - газобетон (0,3) | 0,041 | 0,034 | 0,029 | 0,024 | 0,013 |
| Кирпич (0,12) - пенополистирол (0,1) - газобетон (0,2) | 0,022 | 0,019 | 0,016 | 0,014 | 0,008 |

Представленные в таблице 5.1 значения коэффициента $\beta_{суш}$ получены для разности температур $(t_в^{ср} - t_н^{ср}) = 20 - (-3,1) = 23,1^{\cdot 0}C$ и для значений $\Delta\omega_в = \omega_{в,нач} - \omega_{в,кон} = 0,1\%$, где $\omega_{в,нач}$,% и $\omega_{в,кон}$,% - массовые влажности внутреннего слоя ограждающей конструкции здания, измеренные в начале и в конце периода испытаний.

Коэффициент сушки $\beta_{суш}$ пропорционален толщине внутреннего слоя $d_в$, величине $\Delta\omega_в$ и обратно пропорционален разности температур $(t_в^{ср} - t_н^{ср})$. Пересчет коэффициента $\beta_{суш}$ для других значений этих величин производится путем умножения на соответствующий множитель. К примеру, в таблице 5.1 для конструкции стены: бетон (0,1) - пенополистирол (0,15) - бетон (0,15) при коэффициенте остекления здания $f = 0{,}2$ величина $\beta_{суш} = 0{,}072$. В испытаниях получено, что $\Delta\omega_в = 0{,}05\%$, толщина внутреннего слоя бетона $d_в = 0{,}1\,м$, разность температур $(t_в^{ср} - t_н^{ср}) = 32^0 C$. Следовательно, $\beta_{суш} = 0{,}072 \cdot \frac{0{,}05}{0{,}1} \cdot \frac{0{,}1}{0{,}15} \cdot \frac{23{,}1}{32} = 0{,}017$. Величины $\beta_{суш}$ для промежуточных значений коэффициента остекления здания $f$ получают путем линейной интерполяции.

5.3.13 Коэффициент сушки $\beta_{суш}$ можно вычислить по формуле (приложение Д)

$$\beta_{суш} = \frac{\Delta\omega_в \cdot \rho_в \cdot d_в \cdot R_{W.} \cdot \Delta E_L'}{\tau_z \cdot (t_в^{ср} - t_н^{ср})} \cdot \frac{r \cdot (1-f) \cdot R_F}{[(1-f) \cdot R_F + r \cdot f \cdot R_W]}, \qquad (5.19)$$

где $\Delta\omega_в = \omega_{в,нач} - \omega_{в,кон}$ - разность массовых влажностей внутреннего слоя ограждающих конструкций, измеренных в начале $\omega_{в,нач}, \%$ и в конце $\omega_{в,кон}, \%$ периода испытаний;

$\Delta E_L = 686 \cdot Вт \cdot ч / кг$ - удельная энергия фазового перехода вода-пар;

$\rho_в, кг/м^3$ ; $d_в, м$ - плотность и толщина внутреннего слоя ограждающей конструкции;

$\tau_z, ч$ - продолжительность периода испытаний;

$t_в^{ср}$ и $t_н^{ср}$ - значения средних температур, определяются в п.п. 5.3.8 и 5.3.9;

$f = A_W / (A_W + A_F)$ - коэффициент остекления здания;

$A_F, A_W, м^2$ - площади светопрозрачной и несветопрозрачной (стены) частей здания;

$R_F, м^{2\cdot 0}C / Вт$ - сопротивление теплопередаче светопрозрачной части здания;

$r = R_W^{пр} / R_W$ - коэффициент теплотехнической однородности стены;

$R_W^{пр}, м^{2\cdot 0}C / Вт$ - приведенное сопротивление теплопередаче стены;

$R_W, м^{2\cdot 0}C / Вт$ - расчетное сопротивление теплопередаче стены «по глади», определяется из соотношения:

$$R_W = \frac{1}{\alpha_в} + \sum_{j=1}^{L} \frac{d_j}{\lambda_j} + \frac{1}{\alpha_н} \qquad (5.20)$$

где $\alpha_в, \alpha_н, Вт/(м^{2\cdot 0}C)$ - коэффициенты теплопередачи внутреннего и наружного слоев; $d_j, м$ ;

$\lambda_j, Вт/(м\cdot^0 C)$ - соответственно толщина и коэффициент теплопроводности j-го слоя ограждающих конструкций; $L$ - число слоев.

В таблице 5.1 значения $\beta_{сущ}$ получены при $r = 0{,}75$; $\tau_z = 240ч$; $R_F = 0{,}8 \cdot (м^2 \cdot {}^0C)/Вт$; $\alpha_в = 8{,}7 \cdot Вт/(м^2 \cdot {}^0C)$; $\cdot \alpha_н = 23 \cdot Вт/(м^2 \cdot {}^0C)$; характеристики материалов, приведены в таблице Д.1 (Приложение Д).

5.3.14 Коэффициент аккумуляции, $\beta_{акк}$ учитывающий расход тепловой энергии, связанной с теплоаккумуляционной способностью ограждающих конструкций здания за период испытаний $\tau_z$, определяется по таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Коэффициент аккумуляции $\beta_{акк}$ для некоторых конструкций стен и значений коэффициента остекления здания $f$

| $f = A_F/(A_W + A_F)$ | 0,15 | 0,20 | 0,25 | 0,30 | 0,50 |
|---|---|---|---|---|---|
| Конструкция стены (толщина слоя), начиная с наружного слоя | | | | | |
| Бетон (0,1) – пенополистирол (0,15) - бетон (0,15) | 0,20 | 0,17 | 0,15 | 0,13 | 0,07 |
| Бетон (0,1) - минвата (0,15) - бетон (0,15) | 0,18 | 0,16 | 0,14 | 0,12 | 0,07 |
| Минвата (0,2)- бетон (0,2) | 0,023 | 0,020 | 0,017 | 0,015 | 0,008 |
| Минвата (0,2)- газобетон (0,3) | 0,033 | 0,027 | 0,023 | 0,020 | 0,010 |
| Кирпич (0,12) - пенополистирол (0,1)- газобетон (0,2) | 0,18 | 0,15 | 0,13 | 0,11 | 0,06 |

Представленные в таблице 5.2 значения коэффициента $\beta_{акк}$, получены для разности температур $(t_{н,z} - t_{н,1}) = 10 \cdot {}^0C$, где $t_{н,1}$ - температура наружного воздуха, усредненная за первые сутки испытаний; $t_{н,z}$, - температура наружного воздуха осредненная за последние сутки испытаний, и $(t_в^{ср} - t_н^{ср}) = 20 - (-3{,}1) = 23{,}1 \cdot {}^0C$.

Отметим, что при падении за период испытаний температуры наружного воздуха, коэффициент $\beta_{акк}$ принимает отрицательные значения, поскольку $(t_{н,z} - t_{н,1}) < 0$.

Коэффициент $\beta_{акк}$ пропорционален разности температур $(t_{н,z} - t_{н,1})$ и, обратно пропорционален $(t_в^{ср} - t_н^{ср})$. Пересчет коэффициента $\beta_{акк}$ для других значений этих величин производится путем умножения на соответствующий множитель. К примеру, в испытаниях получено, что $(t_{н,z} - t_{н,1}) = 7^0C$, и $(t_в^{ср} - t_н^{ср}) = 25 \cdot {}^0C$. Конструкции стены: бетон (0,1) - пенополистирол (0,15) - бетон (0,15). Коэффициент остекления здания $f = 0{,}22$. Путем линейной интерполяции находим промежуточное значение коэффициента

$\beta_{акк} = 0{,}17 + \frac{(0{,}15 - 0{,}17)}{(0{,}25 - 0{,}20)}(0{,}22 - 0{,}20) = 0{,}16$. Далее, умножаем на соответствующие множители $\beta_{акк} = 0{,}16 \cdot \frac{7}{10} \cdot \frac{23{,}1}{25} = 0{,}10$.

5.3.15 Коэффициент аккумуляции $\beta_{акк}$ вычисляется по формуле (Приложение Д)

$$\beta_{акк} = [c_1 \cdot \rho_1 \cdot d_1 \cdot (R_W - \frac{d_1}{2\lambda_1} - \frac{1}{\alpha_н}) + c_2 \cdot \rho_2 \cdot d_2 \cdot (R_W - \frac{d_1}{\lambda_1} - \frac{d_2}{2\lambda_2} - \frac{1}{\alpha_н}) + ... + c_L \rho_L d_L (\frac{1}{\alpha_в} + \frac{d_L}{2\lambda_L})] \frac{1}{3{,}6 \cdot \tau_z} \cdot \frac{(t_{н,z} - t_{н,1})}{(t_в^{ср} - t_н^{ср})} \cdot \frac{r \cdot (1-f) \cdot R_F}{[(1-f) \cdot R_F + r \cdot f \cdot R_W]} \quad (5.21)$$

где $c_1, кДж/(кг \cdot {}^0C)$; $\rho_1, кг/м^3$; $d_1, м$ ; $\lambda_1, Вт/(м \cdot {}^0C)$ - удельная теплоемкость, плотность, толщина и коэффициент теплопроводности первого (наружного) слоя стены здания;

$c_2, кДж/(кг \cdot {}^0C)$; $\rho_2, кг/м^3$; $d_2, м$ ; $\lambda_2, Вт/(м \cdot {}^0C)$ - удельная теплоемкость, плотность, толщина и коэффициент теплопроводности 2-го, отсчитываемого от наружного слоя стены;

$c_L, кДж/(кг \cdot {}^0C)$; $\rho_L, кг/м^3$; $d_L, м$ ; $\lambda_L, Вт/(м \cdot {}^0C)$ - удельная теплоемкость, плотность, толщина и коэффициент теплопроводности последнего (внутреннего) слоя ограждающих конструкций;

$t_{н,1}$ - температура наружного воздуха, усредненная за первые сутки испытаний;

$t_{н,z}$, - температура наружного воздуха, усредненная за последние сутки испытаний.

Остальные параметры и их значения использованы такие же, как в формуле (5.19).

По результатам натурных испытаний заполняется таблица 5.3 и, по предложенному в ней алгоритму, определяется фактическое количество энергии, расходуемое зданием на цели отопления, приведенное к градусо-часу периода испытаний $H_{от,ф}, Вт/{}^oC$.

Таблица 5.3 - Результаты натурных испытаний по инструментальному определению энергетической эффективности и энергопотребления системы отопления здания

| № | Показатель | Обозначение, размерность | Фактические значения | Формула для расчета |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Продолжительность периода испытания | $z$, сут<br>$\tau_z$, ч | | $\tau_z = 24z$ |
| 2 | Количество энергии, фактически израсходованное зданием на цели отопления за период испытаний | $Q_{от,изм}$, $кВт \cdot ч$ | | по результатам фактических измерений за период испытаний $\tau_z$ |
| 3 | Средняя за период испытаний температура наружного воздуха | $t_н^{ср}$, ${}^oC$ | | определяется по результатам испытаний $t_н^{ср} = \frac{1}{\tau_z} \sum_{k=1}^{\tau_z} t_{н,k}$, усреднением почасовых значений $t_{н,k}$ температуры наружного воздуха |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 4 | Средняя за период испытаний относительная влажность наружного воздуха | $\varphi_н^{ср}$, % | | определяется по результатам испытаний $\varphi_н^{ср} = \frac{1}{\tau_z}\sum_{k=1}^{\tau_z}\varphi_{н,k}$, усреднением почасовых значений $\varphi_{н,k}$ относительной влажности наружного воздуха |
| 5 | Средняя за период испытаний температура внутреннего воздуха в отапливаемом здании | $t_в^{ср}$, $^0C$ | | определяется по результатам измерений $t_в^{ср} = \frac{\sum_{k=1}^{\tau_z}(\sum_{i=1}^{n}V_{вент,i,k}t_{i,k})}{\sum_{k=1}^{\tau_z}(\sum_{i=1}^{n}V_{вент,i,k})}$, как средневзвешенное значение температуры внутреннего воздуха по всем почасовым значениям $t_{i,k}$, измеренным на ***выходе*** *каждой* из вытяжных вентиляционных шахт, а также на ***входе*** устройств общедомовых и/или квартирных рекуператоров, с весами $V_{вент,i,k} = 3600 \cdot A_i \, v_{i,k}$ соответствующих объемов вытяжного воздуха; n – суммарное количество вентиляционных шахт и рекуператоров |
| 6 | Средняя за период испытаний температура удаляемого внутреннего воздуха в отапливаемом здании | $t_{удал}^{ср}$, $^\circ C$ | | определяется по результатам измерений $t_{удал}^{ср} = \frac{\sum_{k=1}^{\tau_z}(\sum_{i=1}^{n}V_{вент,i,k}t_{i,k}^{вых})}{\sum_{k=1}^{\tau_z}(\sum_{i=1}^{n}V_{вент,i,k})}$, как средневзвешенное значение температуры внутреннего воздуха по всем почасовым значениям $t_{i,k}^{вых}$, измеренным на выходе каждой из вытяжных вентиляционных шахт, а также на выходе устройств общедомовых и/или квартирных рекуператоров, с весами $V_{вент,i,k} = 3600 A_i \cdot v_{i,k}$ соответствующих объемов вытяжного воздуха; n – суммарное количество вентиляционных шахт и рекуператоров |
| 7 | Средняя за период испытаний относительная влажность внутреннего воздуха в отапливаемом здании | $\varphi_в^{ср}$, % | | определяется по результатам испытаний $\varphi_в^{ср} = \frac{1}{\tau_z}\sum_{k=1}^{\tau_z}\varphi_{в,k}$, усреднением почасовых значений $\varphi_{в,k}$ относительной влажности внутреннего воздуха, измеренных на выходе из вытяжных вентиляционных шахт. В случае измерений на выходе из нескольких вентшахт, результаты усредняются |
| 8 | Массовая влажность внутренних поверхностей ограждающих конструкций здания в начале испытаний | $\omega_{нач}^{ср}$, % | | определяется по результатам испытаний, усреднением по не менее, чем 5 точкам в каждой квартире – представителе |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 9 | Массовая влажность внутренних поверхностей ограждающих конструкций здания в конце испытаний | $\omega_{кон}^{ср}$, % | | определяется по результатам испытаний, усреднением по не менее, чем 5 точкам в каждой квартире – представителе |
| 10 | Количество приточного воздуха, нагретого системой отопления здания и удаляемого через общедомовые вытяжные вентиляционные шахты и шахты дымоудаления, за период испытаний | $V^{h}_{вент}$, $м^3$ | | $V^{h}_{вент} = 3600 \cdot \tau_z \cdot \sum_{i=1}^{m} A_i \cdot \mathrm{v}_i$ ,где $A_i$ , $м^2$ - площадь вытяжного отверстия; $\mathrm{v}_i = \frac{1}{\tau_z}\sum_{k=1}^{\tau_z} \mathrm{v}_{i,k}$ - средняя за период испытаний скорость удаляемого воздуха для i-ой шахты, $м/с$; $\mathrm{v}_{i,k}$ - усредненная по площади i-ой шахты скорость удаляемого воздуха для К-го испытания, $м/с$; m – суммарное количество вентиляционных шахт и шахт дымоудаления |
| 11 | Суммарное по квартирам (помещениям)- представителям количество вытяжного воздуха, удаляемого квартирными (локальными) устройствами рекуперации и/или утилизации за период испытаний | $V_{кв}^{пред}$, $м^3$ | | $V_{кв}^{пред} = 3600 \cdot \tau_z \cdot \sum_{i=1}^{n} A_i \cdot \mathrm{v}_i$ $A_i$ , $м^2$ - площадь вытяжного отверстия i-го рекуператора; $\mathrm{v}_i = \frac{1}{\tau_z}\sum_{k=1}^{\tau_z} \mathrm{v}_{i,k}$ - средняя за период испытаний скорость удаляемого воздуха для $i$-го рекуператора, $м/с$; $\mathrm{v}_{i,k}$ - усредненная по площади $i$-го рекуператора скорость удаляемого воздуха в $k$-м испытании, $м/с$; n – количество рекуператоров |
| 12 | Градусо-часы периода испытаний | $D_z$, $^0C \cdot ч$ | | $D_z = (t_в^{ср} - t_н^{ср}) \cdot \tau_z$, где величины в правой части определяются в соответствии со строками 1,3,5 настоящей таблицы |
| 13 | Удельная теплоемкость воздуха | $c_a$, кДж/кг/°С | | определяется по справочным данным по [6] |
| 14 | Плотность внутреннего воздуха при температуре $t_в^{ср}, ^0C$. | $\rho_a, кг/м^3$ | | определяется по формуле $\rho_a = \frac{353}{273 + t_в^{ср}}$ |
| 15 | Площадь квартир или помещений здания | $A_h, м^2$ | | определяется по данным проекта здания |
| 16 | Площадь квартир-представителей | $A_{кв}^{пред}$, $м^2$ | | определяется по данным измерений или из проекта здания |
| 17 | Количество приточного воздуха нагретого системой отопления здания за период испытаний и, удаляемого через квартирные (локальные) устройства рекуперации и утилизации в пересчете на все здание | $V_{вент}^{кв}$, $м^3$ | | определяется по результатам измерений $V_{вент}^{кв} = V_{кв}^{пред} \cdot \frac{A_h}{A_{кв}^{пред}}$, величины в правой части определяются в соответствии со строками 11, 15, 16 настоящей таблицы (формулы (5.16), (5.17)) |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 18 | Количество энергии, израсходованное на подогрев приточного воздуха, нагретого системой отопления за период испытаний **) ***) | $Q_{вент,изм}$, $кВт \cdot ч$ | | $Q_{вент,изм} = \frac{c_a \cdot \rho_a \cdot (V^h_{вент} + V^{кв}_{вент})}{3600}(t^{ср}_{удал} - t^{ср}_{н})$ величины в правой части определяются в соответствии со строками 3, 6,10, 13, 14, 17 настоящей таблицы (формула (5.13)) |
| 19 | Количество энергии, израсходованное зданием за период испытаний на нагрев приточного и/или инфильтрующегося воздуха, отнесенное к градусо-часу периода испытаний | $H_{вент,изм}$, $кВт/^oC$ | | $H_{вент,изм} = \frac{Q_{вент,изм}}{D_z}$, величины в правой части определяются из строк 12, 18 настоящей таблицы (формула (5.7)) |
| 20 | Поправочный коэффициент, учитывающий расход тепловой энергии, связанной с теплоаккумуляционной способностью ограждающих конструкций здания | $\beta_{акк}$ | | из таблицы 5.2 или по формуле (5.21) |
| 21 | Поправочный коэффициент, учитывающий затраты тепловой энергии, связанной с сушкой ограждающих конструкций и отделочных материалов | $\beta_{суш}$ | | из таблицы 5.1 или по формуле (5.19) |
| 22 | Количество энергии, израсходованное зданием за период испытаний на цели отопления, отнесенное к градусо-часу периода испытаний | $H_{от,изм}$, $кВт/^oC$ | | $H_{от,изм} = \frac{Q_{от,изм}}{D_z}$, величины в правой части определяются из строк 2, 12 настоящей таблицы (формула (5.6)) |
| 23 | Площадь светопрозрачных конструкций | $A_F$, м$^2$ | | определяется по данным проекта здания |
| 24 | Коэффициент, учитывающий затенение непрозрачными элементами заполнения светопрозрачных конструкций | $\tau_F$ | | принимается по проектным данным; при отсутствии данных принимается по своду правил [1,7] |
| 25 | Коэффициент относительного проникания солнечной радиации для светопрозрачной конструкции | $k_F$ | | принимается по проектным данным; при отсутствии данных принимается по своду правил [1,7] |
| 26 | Фактически измеренная величина интенсивности солнечной радиации через светопрозрачные конструкции здания | $I^{ср}_{F,изм}$, $кВт \cdot ч / м^2$ | | определяется по результатам испытаний $I^{ср}_{F,изм} = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} I_{F,i}$, усреднением по светопрозрачным конструкциям, где $I_{F,i} = \frac{1}{\tau_z}\sum_{k=1}^{\tau_z} I_{F,k,i}$, $кВт \cdot ч / м^2$ - средняя за период испытаний интенсивность солнечной радиации через i-е светопрозрачные конструкции здания (формулы (5.18)); m – число светопрозрачных конструкций |
| 27 | Количество энергии, полученное зданием за счет солнечной радиации за период испытаний | $Q_{рад,изм}$, $кВт \cdot ч$ | | $Q_{рад,изм} = \tau_F \cdot k_F \cdot A_F \cdot I^{ср}_{F,изм}$ - величины в правой части определяются из строк 23-26 настоящей таблицы |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 28 | Количество энергии, получаемое зданием в результате воздействия солнечной радиации, отнесенное к градусо-часу от периода испытаний | $H_{рад,изм}$, $кВт/^{o}C$ | | $H_{рад,изм} = \frac{Q_{рад,изм}}{D_z}$, величины в правой части определяются из строк 12, 27 настоящей таблицы (формула (5.8)) |
| 29 | Количество энергии, расходуемое зданием на компенсацию тепловых потерь через ограждающие конструкции (трансмиссионные потери), отнесенное к градусо-часу периода испытаний | $H_{тр,ф}$, $кВт/^{o}C$ | | $H_{тр,ф} = \frac{H_{от,ф} - H_{вент,ф} + H_{рад,ф}}{1 + \beta_{акк} + \beta_{суш}}$ величины в правой части выражения из п.19-22, 28 данной таблицы (формула (5.5)) |
| 30 | Количество энергии, расходуемое зданием на цели отопления, приведенное к градусо-часу периода испытаний | $H_{от,ф}$, $кВт/^{o}C$ | | $H_{от,ф} = H_{тр,ф} + H_{вент,изм}$, величины в правой части из строк 19, 29 настоящей таблицы (формула (5.9)) |

# 6 НАТУРНЫЕ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ПО ИНСТРУМЕНТАЛЬНОМУ ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ СИСТЕМ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ, ВВОДИМЫХ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

## 6.1 Проведение испытаний

6.1.1 Натурные теплотехнические испытания по инструментальному определению энергетической эффективности и энергопотребления систем горячего водоснабжения, вводимых в эксплуатацию жилых и общественных зданий проводятся на предъявляемом к сдаче-приемке и вводу в эксплуатацию жилом доме, или общественном здании, подключенном по основной, или временной схеме к городским электрическим и тепловым сетям, а также к водопроводу, и оснащенном, в соответствии с действующим законодательством, всеми общедомовыми и квартирными приборами учета потребления энергетических ресурсов и воды.

6.1.2 Натурные испытания по инструментальному определению энергетической эффективности и энергопотребления систем ГВС должны проводиться в неэксплуатируемом (без жильцов, сотрудников и посетителей) здании, желательно совместить испытания с пробным пуском и пусковыми испытаниями систем ГВС. Срок испытаний 3 суток. Испытания целесообразно совмещать с испытаниями по инструментальному определению энергетической эффективности и энергопотребления систем отопления и вентиляции.

6.1.3 В случае, если испытания систем ГВС по каким-либо причинам отложены, но не более, чем на три месяца после сдачи здания в эксплуатацию под банковскую гарантию застройщика, при проведении испытаний застройщик должен контролировать заселение здания, потребление им (зданием) энергоресурсов и воды, начало ремонтов в квартирах и пр., затем эти обстоятельства необходимо учесть при проведении испытаний.

6.1.4 Перед началом испытаний производится проверка сроков действия метрологических сертификатов общедомовых приборов учета потребляемой домом тепловой энергии, холодной и горячей воды, оценка их (приборов) точности и комплектности сопроводительной технической документации.

6.1.5 Перед началом испытаний проверяется комплектность оснащения здания полотенцесушителями, в том числе и электрическими. В случае отсутствия предусмотренных в проекте электрических полотенцесушителей, испытания проводятся без них.

6.1.6 Перед началом испытаний проверяется соответствие Проекту и наличие, в том числе и в квартирах и помещениях, вентиляционных устройств, рекуператоров, утилизаторов, регулирующих клапанов на вытяжке из квартир и помещений, работающих на приготовление ГВС. При наличии общедомовых рекуператоров и утилизаторов теплоты вытяжно-

го воздуха и других вторичных энергоресурсов, или нетрадиционных источников энергии, используемых для приготовления горячей воды, в период проведения испытаний эти устройства должны быть включены в штатном режиме эксплуатации.

6..1.7 Перед началом испытаний проверяется соответствие проекту и наличие общедомовых контроллеров, управляющих системой ГВС, общедомовых узлов автоматического управления, программаторов, утилизаторов и прочее.

6.1.8 Перед началом испытаний проверить соответствие проекту и наличие приборов электрического подогрева и электрических полотенцесушителей или иных приборов, прямым образом или косвенно участвующих в обогреве ванных комнат и\или приготовлении горячей воды. Электрические полотенцесушители и приборы подогрева ванных комнат выключить.

6.1.9 Перед началом проведения испытаний в здании, секции, или стояке устанавливается контрольно-измерительная аппаратура контролирующая температуру, циркуляционный расход и объемы потребления горячей и холодной воды.

6.1.10 Перед началом проведения испытаний в здании, секции, или стояке устанавливаются датчики для измерения температуры сетевой холодной и горячей воды в подающих линиях, циркуляционных линиях в местах водоразбора системы ГВС, из которых во время испытаний будет производиться слив горячей воды.

6.1.11 Слив горячей воды во время измерений проводить на первом, среднем и последнем этажах, не менее, чем в двух квартирах или помещениях на этаже. При проведении измерений контролировать температуру горячей воды на выходе из водоразборных устройств на последнем этаже. Измеряются расходы в подающей и циркуляционной ветках системы ГВС.

6.1.12 Перед началом измерений синхронизировать часы на всех измерительных приборах, имеющих электронную память.

6.1.13 Перед началом измерений снять и записать в журнал испытаний начальные показания всех общедомовых приборов учета потребления тепловой и электрической энергии и воды, а также электроэнергии и природного газа (если есть) в квартирах. Потребление зданием электрической энергии необходимо контролировать, чтобы исключить несанкционированные факторы, понижающие затраты тепловой энергии на приготовление горячей воды за счет электрической энергии.

6.1.14 В течение первых суток система ГВС эксплуатируется в циркуляционном режиме без потребления горячей воды. В этом режиме производится оценка потерь тепловой энергии в циркуляционных трубопроводах и полотенцесушителях. Для оценки тепловых потерь в трубопроводах и полотенцесушителях системы ГВС используются почасовые данные,

измеренные во второй половине первых суток. Первые 12 ч система ГВС выходит на установившийся режим циркуляции. Потребление горячей воды из испытываемой системы ГВС в первые сутки испытаний запрещается.

6.1.15 Контрольный пролив горячей воды производится в течение вторых суток. Проливы проводятся три раза по три часа в сутки с расходом не менее 0,25 максимального часа водопотребления. Температура горячей воды должна после смесителя быть (40±5)°С. При этом регистрируется температура воды подающей ветки ГВС. При наличии общедомовых рекуператоров и утилизаторов теплоты вытяжного воздуха и других вторичных энергоресурсов, или нетрадиционных источников энергии, используемых для приготовления горячей воды, в период контрольных проливов эти устройства должны быть включены в штатном режиме эксплуатации.

6.1.16 Третьи сутки – оценка эффективности общедомовых рекуператоров и утилизаторов теплоты вытяжного воздуха и других вторичных энергоресурсов, или нетрадиционных источников энергии, используемых для приготовления горячей воды. Производятся контрольные проливы по регламенту, при этом общедомовые рекуператоры и утилизаторы теплоты вытяжного воздуха и других вторичных энергоресурсов, или нетрадиционных источников энергии, используемые для приготовления горячей воды – выключены. При наличии водяных полотенцесушителей и циркуляционных контуров ГВС циркуляцию и подачу в дом горячей воды включить.

6.1.17 Натурные испытания по инструментальному определению энергетической эффективности и энергопотребления системы горячего водоснабжения проводить в течение трех суток. По завершении испытаний, снять, как минимум, почасовые и итоговые показания со всех приборов учета и записать их в журнал. Оформить протокол испытаний.

6.2. Обработка результатов

6.2.1 Итогом испытаний являются инструментально измеренные и зарегистрированные значения следующих величин:

-потребление тепловой энергии и иных энергетических ресурсов системой горячего водоснабжения здания за период испытаний, как минимум, с почасовой регистрацией измерений, включая потребление тепловой и электрической энергии, воды и природного газа или иного топлива (в случае наличия);

-значения циркуляционных расходов и температур горячей и холодной воды за период испытаний как минимум с регистрацией через каждые 10 мин;

-значения объемов потребления и температур в местах водоразбора горячей и холодной воды за период испытаний, как минимум, с регистрацией через каждые 10 мин;

-значения температур, относительной влажности, скоростей и расходов воздуха и теплоносителей в квартирных и общедомовых рекуператорах и утилизаторах нетрадиционных источников энергии, используемых в системе ГВС за период испытаний как минимум с регистрацией через каждые 10 мин. При использовании солнечной энергии дополнительно регистрируются значения интенсивности суммарной солнечной радиации, приходящей на вертикальную и горизонтальные поверхности при действительных условиях облачности за период испытаний как минимум по регистрацией через каждые 10 мин;

-значения температур, относительной влажности, скоростей и расходов воздуха и теплоносителей в квартирных и общедомовых рекуператорах и утилизаторах вторичных энергетических ресурсов, используемых в системе ГВС за период испытаний, как минимум, с регистрацией через каждые 10 мин;

-начальные и конечные показания общедомовых приборов учета потребления электрической энергии и воды.

6.2.2 Целью обработки результатов инструментальных испытаний является определение удельных затрат энергии на нагрев на 1°С 1 м$^3$ холодной сетевой воды для целей горячего водоснабжения, без учета потерь тепловой энергии при циркуляции и в водяных полотенцесушителях $\hat{q}_{гв,2}, кВт/(м^{3.0}C)$.

6.2.3 При наличии рекуператоров, утилизаторов, солнечных водоподогревателей и пр., работающих на приготовление горячей воды, измерения проводятся сначала с ними, затем без них.

По результатам испытаний заполняется таблица 6.1 и по предложенному в ней алгоритму определить удельные затраты энергии на нагрев на 1 °С 1 м$^3$ холодной сетевой воды для целей горячего водоснабжения, без учета потерь тепловой энергии при циркуляции и в водяных полотенцесушителях $\hat{q}_{гв,2}, кВт/(м^{3.0}C)$.

Таблица 6.1. - Результаты натурных испытаний по инструментальному определению энергетической эффективности и энергопотребления систем горячего водоснабжения зданий

| № | Показатель | Обозначение, размерность | Фактическое значение | Формула для расчета |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Количество водоразборов, участвующих в сливе горячей воды в течение 2-х суток | $n_2$ | | принимается в соответствии с требованиями п. 6.1.11 |
| 2 | Число измерений значений температуры и объемов горячей и холодной воды во время проливов горячей воды в течение 2-х суток | $m_2$ | | принимается в соответствии с требованиями п. 6.1.15 |
| 3 | Количество квартир (водоразборов), участвующих в сливе горячей воды в течение 3-х суток | $n_3$ | | принимается в соответствии с требованиями п. 6.1.16 |
| 4 | Число измерений значений температуры и объемов горячей и холодной воды во время проливов горячей воды в течение 3-их суток | $m_3$ | | принимается в соответствии с требованиями п. 6.1.16 |
| 5 | Количество горячей воды, слитое из системы ГВС во время контрольных проливов ( $k$ -е сутки испытаний, $k = 2,3$ ) по результатам счетчиков расходов горячей воды, установленных в квартирах | $V_{гв,k}$, м$^3$ | | определяется по результатам испытаний по формуле $V_{гв,k} = \sum_{i=1}^{m_k}\sum_{j=1}^{n_k} V_{гв,k,i,j}$, значения $n_k$ и $m_k$ из строк 1 - 4 настоящей таблицы, суммированием объемов потребляемой горячей воды $V_{гв,k,i,j}$ по всем измерениям и водоразборам за $k$ -е сутки |
| 6 | Количество холодной воды, слитое из системы холодного водоснабже-ния во время контрольных проливов ( $k$ -е сутки испытаний, $k = 2,3$ ) по результатам счетчиков расходов холодной воды, установленных в квартирах | $V_{хв,k}$, м$^3$ | | определяется по результатам испытаний по формуле $V_{хв,k} = \sum_{i=1}^{m_k}\sum_{j=1}^{n_k} V_{хв,k,i,j}$, значения $n_k$ и $m_k$ из строк 1 - 4 настоящей таблицы, суммированием объемов потребляемой холодной воды $V_{хв,k,i,j}$ по всем измерениям и водоразборам за $k$ -е сутки |
| 7 | Усредненная за $k$ -е сутки испытаний, ( $k = 2,3$ ) и по местам водоразборов температура сливаемой горячей воды | $t^{ср}_{слив,k}$, °С | | определяется по результатам испытаний по формуле $t^{ср}_{слив,k} = \frac{1}{(V_{гв,k} + V_{хв,k})} \cdot \sum_{i=1}^{m_k}\sum_{j=1}^{n_k}(V_{гв,k,i,j} + V_{хв,k,i,j}) \cdot t_{слив,k,i,j}$, значения $n_k$ и $m_k$ из строк 1 - 4 настоящей таблицы, как средневзвешенное значение $t_{слив.k,i,j}$ температуры сливаемой горячей воды с весами $V_{гв,k,i,j} + V_{хв,k,i,j}$ по всем измерениям и водоразборам за $k$ -е сутки |
| 8 | Усредненная за $k$ -е сутки испытаний, ( $k = 2,3$ ) температура сетевой холодной воды | $t^{ср}_{хв,k}$, °С | | определяется по результатам испытаний по формуле $t^{ср}_{хв,k} = \frac{1}{V_{хв,k}} \sum_{i=1}^{m_2}\sum_{j=1}^{n_2} V_{хв,k,ij} t_{хв,k,ij}$, значения |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | $n_k, m_k$ и $V_{хв,k}$ из строк 1 – 4, 6 настоящей таблицы, как средневзвешенное значение $t_{хв,k,ij}$ температуры холодной воды с весами $V_{хв,k,i,j}$ по всем измерениям и водоразборам за $k$ -е сутки |
| 9 | Усредненная за $k$ -е сутки испытаний, ( $k = 2,3$ ) и по местам водоразборов температура горячей воды в подающем трубопроводе вблизи водоразборов | $t^{ср}_{гв,k}$, °С | | определяется по резуль-татам испытаний $t^{ср}_{гв,k} = \frac{1}{V_{гв,k}} \sum_{i=1}^{m_k} \sum_{j=1}^{n_k} V_{гв,k,ij} t_{гв,k,ij}$, значения $n_k$ и $m_k$ $V_{гв,k}$ из строк 1 – 4, 5 настоящей таблицы, как средневзвешенное значение $t_{гв,k,i,j}$ температуры горячей воды с весами $V_{гв,k,i,j}$ по всем измерениям и водоразборам за $k$ -е сутки |
| 10 | Усредненная за вторую половину первых суток испытаний (12 ч) тепловая мощность, расходуемая на компенсацию тепловых потерь в трубопроводах всей системы ГВС испытываемого здания и в полотенцесушителях | $W_{цир}$, кВт | | определяется по результатам испытаний по формуле $W_{цир} = \frac{1}{12} \sum_{i=1}^{12} W_{цир,i}$ усреднением почасовых значений $W_{цир,i}$ тепловой мощности, затрачиваемой на поддержание требуемой температуры горячей воды, в течение 12 ч второй половины суток |
| 11 | Количество тепловой энергии, израсходованное системой ГВС испытываемого здания за $k$ -е сутки испытаний, ( $k = 2,3$ ), включая потери тепла при циркуляции и в полотенцесушителях | $Q_{сум,k}$, кВт.ч | | определяется по формуле $Q_{сум,k} = \sum_{i=1}^{24} Q_{сум,k,i}$ суммированием почасовых значений $Q_{сум,k,i}$ потребления тепловой энергии, затрачиваемой на поддержание требуемой температуры горячей воды, в течение $k$ -х суток |
| 12 | Удельные затраты энергии на нагрев на 1°С 1 м$^3$ холодной сетевой воды для целей горячего водоснабжения, без учета потерь тепловой энергии при циркуляции и в водяных полотенцесушителях*) | $\hat{q}_{гв,2}$, $кВт \cdot ч / (м^3 \cdot {}^0C)$ | | $\hat{q}_{гв,2} = \frac{Q_{сум,2} - 24 \cdot W_{цир}}{V_{гв,2} \cdot (t^{ср}_{гв,2} - t^{ср}_{хв,2})}$, величины в правой части определяются строками 10, 11, 5, 8, 9 при $k = 2$ |
| 13 | Удельные затраты энергии на нагрев на 1°С 1 м$^3$ холодной сетевой воды для целей горячего водоснабжения, без учета потерь тепловой энергии при циркуляции и в водяных полотенцесушителях без рекуперации и утилизации ВЭР и нетрадиционных источников энергии**) | $\hat{q}_{гв,3}$, $кВт \cdot ч / (м^3 \cdot {}^0C)$ | | $\hat{q}_{гв,3} = \frac{Q_{сум,3} - 24 \cdot W_{цир}}{V_{гв,3} \cdot (t^{ср}_{гв,3} - t^{ср}_{хв,3})}$, величины в правой части определяются строками 10, 11, 5, 8, 9 при $k = 3$ |

*) - все параметры определяются по результатам 2-х суток испытаний по формулам, полученным при включенных квартирных и общедомовых рекуператорах и утилизаторах.

**) - все параметры определяются по результатам 3-х суток испытаний по формулам в строках 1-11, полученным при выключенных квартирных и общедомовых рекуператорах и утилизаторах

# 7 НАТУРНЫЕ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ПО ИНСТРУМЕНТАЛЬНОМУ ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ФАКТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ ОБЩЕДОМОВОГО ИНЖЕНЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ И СИСТЕМ ОСВЕЩЕНИЯ ОБЩЕДОМОВЫХ ПОМЕЩЕНИЙ, ВВОДИМЫХ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

## 7.1 Проведение испытаний

7.1.1. Натурные испытания по инструментальному определению энергетической эффективности и фактического электропотребления общедомового инженерного оборудования и систем освещения общедомовых помещений, вводимых в эксплуатацию жилых и общественных зданий должны проводиться на предъявляемом к сдаче-приемке и вводу в эксплуатацию жилом доме, или общественном здании, подключенном по основной, или временной схеме к городским электрическим и тепловым сетям, а также к водопроводу, и оснащенном, в соответствии с действующим законодательством, всеми общедомовыми и квартирными приборами учета потребления энергетических ресурсов и воды.

7.1.2. Натурные испытания должны проводиться с соблюдением правил техники безопасности, включая правила техники безопасности при пользовании измерительной техникой, электроприборами и электроустановками, а также правилами техники безопасности, действующими на строящихся (не введенных в эксплуатацию) строительных объектах. Перед началом испытаний все сотрудники, принимающие участие в испытаниях, должны пройти соответствующий инструктаж.

7.1.3. Натурные испытания по инструментальному определению энергетической эффективности и фактического электропотребления общедомового инженерного оборудования и систем освещения общедомовых помещений вводимых в эксплуатацию жилых зданий должны проводиться в незаселенном здании. Срок испытаний 3 суток. Испытания целесообразно совмещать с испытаниями по инструментальному определению энергетической эффективности и энергопотребления систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения.

7.1.4. В случае, если испытания по инструментальному определению энергетической эффективности и фактического электропотребления общедомового инженерного оборудования и систем освещения общедомовых помещений вводимых в эксплуатацию жилых зданий по каким-либо причинам отложены, но не более, чем на три месяца после сдачи дома в эксплуатацию под банковскую гарантию застройщика, при проведении испытаний застройщик должен контролировать заселение дома, потребление им (домом) электрической

энергии, начало ремонтов в квартирах и пр., затем эти обстоятельства необходимо учесть при проведении испытаний.

7.1.5. Перед началом испытаний производится проверка сроков действия метрологических сертификатов общедомовых приборов учета потребляемой электрической энергии, оценка их (приборов) точности и комплектности сопроводительной технической документации.

7.1.6. Перед началом испытаний проверяется соответствие Проекту и наличие общедомового электрооборудования. Электрооборудование общедомовых систем отопления

7.1.7. Натурные испытания по инструментальному определению энергетической эффективности и фактического электропотребления общедомового инженерного оборудования и систем освещения общедомовых помещений, вводимых в эксплуатацию жилых и общественных зданий должны проводиться на предъявляемом к сдаче-приемке и вводу в эксплуатацию жилом доме, или общественном здании, подключенном по **основной**, или временной схеме к городским электрическим и тепловым сетям, а также к водопроводу, и оснащенном, в соответствии с действующим законодательством, всеми общедомовыми и квартирными приборами учета потребления энергетических ресурсов и воды.

7.1.8 Натурные испытания должны проводиться с соблюдением правил техники безопасности, включая правила техники безопасности при пользовании измерительной техникой, электроприборами и электроустановками, а также правилами техники безопасности, действующими на строящихся (не введенных в эксплуатацию) строительных объектах. Перед началом испытаний все сотрудники, принимающие участие в испытаниях, должны пройти соответствующий инструктаж.

7.1.9 Натурные испытания по инструментальному определению энергетической эффективности и фактического электропотребления общедомового инженерного оборудования и систем освещения общедомовых помещений вводимых в эксплуатацию жилых зданий должны проводиться в незаселенном здании. Испытания проводятся в течение трех суток. Испытания следует совмещать с испытаниями по инструментальному определению энергетической эффективности и энергопотребления систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения.

7.1.10 В случае, если испытания по инструментальному определению энергетической эффективности и фактического электропотребления общедомового инженерного оборудования и систем освещения общедомовых помещений вводимых в эксплуатацию жилых зданий по каким-либо причинам отложены, но не более, чем на три месяца после сдачи дома

в эксплуатацию под банковскую гарантию застройщика, при проведении испытаний застройщик должен контролировать заселение дома, потребление им (домом) электрической энергии, начало ремонтов в квартирах и пр., затем эти обстоятельства необходимо учесть при проведении испытаний.

7.1.11 Перед началом испытаний производится проверка сроков действия метрологических сертификатов общедомовых приборов учета потребляемой электрической энергии, оценка их (приборов) точности и комплектности сопроводительной технической документации.

7.1.12 Перед началом испытаний проверяется соответствие Проекту и наличие общедомового электрооборудования. Электрооборудование общедомовых систем отопления, ГВС, вентиляции и кондиционирования (при наличии) должно быть включено в штатном режиме. При наличии общедомовых рекуператоров и утилизаторов теплоты вытяжного воздуха и других вторичных энергоресурсов, а также устройств, генерирующих электрическую энергию за счет нетрадиционных источников энергии или аккумулирующих электрическую энергию, в период проведения испытаний эти устройства должны быть включены в штатном режиме эксплуатации.

7.1.13 Перед началом испытаний проверяется соответствие Проекту и наличие общедомовых контроллеров, управляющих общедомовым электрооборудованием и системами освещения общедомовых помещений, а также общедомовых узлов автоматического управления, программаторов и прочего.

7.1.14 Перед началом проведения испытаний на точках ввода электропитания групп общедомового оборудования и освещения здания устанавливается контрольно-измерительная аппаратура, контролирующая во время испытаний объемы потребления электрической энергии по отдельным группам потребителей и ее качество.

7.1.15 Перед началом измерений синхронизировать часы на всех измерительных приборах, имеющих электронную память.

7.1.16 Перед началом измерений снять и записать в журнал испытаний начальные показания всех электроанализаторов и общедомовых приборов учета потребления электрической энергии, а также показания общедомовых приборов учета потребления электрической энергии в квартирах. Потребление домом электрической энергии в квартирах при наличии общедомового учета необходимо контролировать, чтобы исключить несанкционированные факторы, влияющие на результаты испытаний.

7.1.17 Испытания проводятся в течение 3 суток. В течение первых суток оценивается энергетическая эффективность и фактическое электропотребление лифтов. В течение вторых суток оценивается энергетическая эффективность и фактическое электропотребление сис-

тем общедомового освещения. В течение третьих суток оцениваются энергетическая эффективность и фактическое электропотребление общедомового инженерного оборудования.

7.1.18 Электропотребление лифтовой установки должно измеряться по показаниям счетчиков электроэнергии, установленных в электрощитовой дома. В случае их отсутствия электропотребление измеряется с помощью специальных электроизмерительных приборов.

7.1.19 Энергопотребление лифтовой установки включает в себя электропотребление в режиме ожидания и электропотребление в режиме движения [28].

7.1.20 В режиме ожидания измеряется суммарная потребляемая мощность лифтовой установки при нахождении всех лифтов в режиме ожидания $W^{факт}_{лифт,ож,k}, кВт$. Производится несколько замеров потребляемой мощности (не менее 3-х) в течение 1 ч, по которым вычисляется средняя потребляемая мощность лифтовой установки в режиме ожидания:

$$W_{лифт,ож} = \frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n} W^{факт}_{лифт,ож,k}, \qquad (7.1)$$

7.1.21 В случае, если зафиксированы отличия в измеренных величинах более, чем на 10%, то проводится еще несколько измерений до выполнения данных условий.

7.1.22 В случае, если средство измерения позволяет измерить только активную энергию (не измеряет 3-фазную активную мощность), необходимо провести измерение потребляемой энергии в режиме ожидания лифтовой установки в течение интервала времени не менее 1 ч, и далее провести вычисление мощности по формуле

$$W_{лифт,ож} = \frac{1}{\tau}\cdot Q^{факт}_{лифт,ож}, \qquad (7.2)$$

где $Q^{факт}_{лифт,ож}, кВт\cdot ч$ – измеренное значение потребленной энергии за время $\tau$ ,ч.

Результаты измерений и вычислений сводятся в таблицу 7.1.

Таблица 7.1 - Результаты измерений электропотребления лифтовой установки в режиме ожидания

| № измерения | Измеренные значения $Q^{факт}_{лифт,ож}, кВт\cdot ч$ | Измеренные значения $W^{факт}_{лифт,ож,i}, кВт$ | Средняя мощность в режиме ожидания $W_{лифт,ож}, кВт$ |
|---|---|---|---|
| 1 | | | по формуле (7.1) или (7.2) |
| … | | | |
| n | | | |

7.1.23 Для определения фактического электропотребления лифтовой установки в режиме движения измеряется электропотребление при выполнении каждым лифтом в отдель-

ности 10 базовых циклов движения – $W^{факт}_{лифт,дв,i}, кВт$. При этом в кабине лифта должно находиться 2 человека. При измерении электропотребления каждого лифта в режиме движения другие лифты находятся в режиме ожидания.

7.1.24 Базовый цикл движения лифта, включает в себя следующие этапы:

1) исходное положение для базового цикла – кабина лифта без груза с открытыми дверями кабины и шахты находится на нижней остановке;

2) двери кабины и шахты закрываются;

3) кабина лифта без остановок движется вверх до крайней верхней остановки;

4) кабина лифта останавливается на крайней верхней остановке, двери кабины и шахты открываются и сразу же закрываются;

5) кабина лифта без остановок движется вниз до крайней нижней остановки;

6) кабина лифта останавливается на крайней нижней остановке, двери кабины и шахты открываются.

7.1.25 Электропотребление лифтовой установки при движении за 10 базовых циклов $Q_{лифт,дв}, кВт \cdot ч$ , рассчитывается по следующей формуле

$$Q_{лифт,дв} = \sum_{i=1}^{n} Q_{дв,i} - (n-1) \cdot W_{лифт,ожс} \cdot \sum_{i=1}^{n} \tau_i \qquad (7.3)$$

где $\tau_i, ч$ – время испытания i-го лифта в движении;

$W_{лифт,ожс}, кВт$ – вычисленное значение мощности лифтов в режиме ожидания по формуле (7.1) или (7.2);

n – количество лифтов.

7.1.26 Средняя мощность лифтовой установки в режиме движения $W_{лифт,дв}, кВт$, вычисляется по следующей формуле

$$W_{лифт,дв} = \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} \tau_i} \cdot Q_{лифт,дв}, \qquad (7.4)$$

где $Q_{лифт,дв}, кВт \cdot ч$– вычисленное значение электропотребления лифтов в режиме движения по формуле (7.3);

$\tau_i, ч$ – время испытания i-го лифта в движении.

7.1.27 Время испытаний измеряется с помощью секундомера.

7.1.28 Измерения и вычисления округляются с точностью до 10 Вт, 10 Вт.ч; 0,01 ч. Результаты измерений и вычислений сводятся в таблицу 7.2.

Таблица 7.2 - Результаты измерений электропотребления лифтовой установки в режиме движения

| № лифта | Измеренные значения $Q_{дв,i}$, кВт.ч | Кол-во базовых циклов | Время испытания, $\tau_i$, ч | Электропотребление за n-базовых циклов $Q_{дв}$, кВт.ч | Средняя мощность в режиме движения $W_{лифт,дв}$, кВт |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | 10 | | по формуле (7.3) | по формуле (7.4) |
| … | | 10 | | | |
| n | | 10 | | | |
| Сумма | | - | | | |

7.1.29 Удельное годовое электропотребление лифтовой установки $q_{лифт}, кВт \cdot ч / м^2$ вычисляется путем пересчета фактического электропотребления на нормативные условия с учетом коэффициента спроса, учитывающего количество лифтов, и времени нахождения лифта в движении в течение суток, учитывающего этажность и назначение здания, по следующей формуле

$$q_{лифт} = \frac{365}{A_h} \cdot [(24 - \tau_{дв}) \cdot W_{лифт,ож} + \tau_{дв} \cdot K_c \cdot W_{лифт,дв}], \quad (7.5)$$

$K_c$ – коэффициент спроса (принимается по таблице 7.3);

где $\tau_{дв}, ч$ – время нахождения лифта в движении в течение суток (принимается по таблице 7.4);

$W_{лифт,ож}, кВт$ – потребляемая мощность лифтовой установки в режиме ожидания, вычисляемая по формуле (7.1) или (7.2);

$W_{лифт,дв}, кВт$ – потребляемая мощность лифтовой установки в режиме движения, вычисляемая по формуле (7.4);

$A_h, м^2$ – площадь квартир жилого дома или помещений общественного здания.

Таблица 7.3 - Коэффициент спроса $K_c$ для лифтовых установок

| Кол-во лифтовых установок | Коэффициент спроса для домов высотой | |
|---|---|---|
| | до 12 этажей | 12 этажей и выше |
| 1 | 1 | 1 |
| 2-3 | 0,8 | 0,9 |
| 4-5 | 0,7 | 0,8 |
| 6 | 0,65 | 0,75 |
| 10 | 0,5 | 0,6 |
| 20 | 0,4 | 0,5 |
| 25 и более | 0,35 | 0,4 |

7.1.30 Время нахождения лифта в движении, рассчитывается по статистическим данным с учетом этажности и назначения здания, приводится в таблице 7.4. При отсутствии статистических данных $\tau_{дв}$ принимается для стандартных условий использования $\tau_{дв} = 1{,}5 \cdot ч$.

Таблица 7.4 - Время движения лифта в течение суток в зависимости от этажности и назначения здания

| Среднесуточное время нахождения лифта в движении, ч | | Этажность | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | до 3 | 3-5 | 6-10 | 10-29 | 30 и более |
| Назначение здания | Многоквартирные дома | | | | | |
| | Гостиницы, общежития | | | | | |
| | Детские сады, школы, больницы | | | | | |
| | Административные здания | | | | | |
| | Учреждения культуры и спорта | | | | | |
| | Офисные здания | | | | | |
| | … | | | | | |
| | … | | | | | |

7.1.31 Для типовых многоквартирных домов при определении $q_{лифт}, кВт \cdot ч / м^2$ может быть использовано годовое число часов использования установленной мощности лифтов, значения которого приведены в таблице 7.5.

Таблица 7.5 - Годовое число часов использования установленной мощности лифтов в типовых многоквартирных домах

| Назначение | Помещение | $Z_{лифт}$, ч |
|---|---|---|
| Пользование лифтами (для многоквартирных 17-этажных зданий с двумя лифтами на секцию и заселенностью 20 м$^2$ общей площади квартир на человека) | лифтовые шахты | 2200 / 1460* |

* При применении более совершенной программы управления лифтами

7.1.32 Результаты измерений показателей электропотребления лифтовой установки отражаются в протоколе проведения измерений (Приложение В).

7.1.33 При оценке энергетической эффективности и фактического электропотребления систем освещения общедомовых помещений измеряют полную установленную электрическую мощность каждой из испытываемых систем освещения общедомовых помещений. Электрическая мощность измеряется в номинальном режиме, при этом все осветительные приборы включены, а датчики движения и прочие контроллеры выключены.

7.1.34 Удельное годовое потребление электрической энергии, расходуемой на освещение общедомовых помещений $q_{осв}, кВт \cdot ч / м^2$, определяется по формуле

$$q_{осв} = \frac{1}{A_h} \sum_{i=1}^{m} W_{осв,i} \cdot Z_{осв,i}, \quad (7.6)$$

где $W_{осв,i}, кВт$ - средняя электрическая мощность систем освещения общедомовых помещений, измеренная в номинальном режиме при включенных всех осветительных приборах и выключенных датчиках движения и прочих контроллерах.

$Z_{осв,i}, ч$ – годовое число часов использования установленной мощности электрооборудования системы освещения помещения(ий), зависящее от вида применяемых контроллеров, систем управления, датчиков движения, освещенности и пр., и принимаемое по таблице 7.6;

$A_h, м^2$ – площадь квартир жилого дома, или помещений общественного здания.

Таблица 7.6 - Годовое число часов использования максимума осветительной нагрузки, $Z_{осв}$ для общедомовых помещений многоквартирных домов

| Назначение | | Помещение | $Z_{осв}$, ч |
|---|---|---|---|
| Освещение общедомовых помещений многоквартирных домов | помещения с естественным освещением | лестничная клетка | 2 920*/120** |
| | | вестибюль первого этажа | 4 380*/360** |
| | | лифтовые холлы | 2 920*/120** |
| | помещения без естественного освещения | межквартирные коридоры, лифтовые холлы | 8 760*/240** |
| | | техподполье | 300 |
| | | технический чердак | 100 |
| | | машинное помещение лифтов | 40 |

* При постоянной работе в периоды недостаточной освещенности.

** При применении датчиков движения или автоматического отключения через заданный период.

7.1.35 Данные времени работы освещения с датчиками движения общедомовых помещений по экспериментальным данным для 17 этажного многоквартирного дома приведены в таблицах 7.7- 7.12.

Таблица 7.7 - Расчет времени работы освещения общедомовых помещений при использовании датчиков движения

| №№ п/п | Наименование | Расчетный показатель |
|---|---|---|
| 1 | Количество этажей | 17 |
| 2 | Число жильцов на этаж | 12 |
| | Время прохода жильца по приквартирному коридору до лифтового холла, мин | 0,5 |
| 4 | Время ожидания лифта жильцом, мин | 0,5 |
| 5 | Время уборки приквартирного коридора, мин | 5 |
| 6 | Частота уборки приквартирного коридора в месяц | 4 |
| 7 | Время уборки лифтового холла, мин | 5 |
| 8 | Частота уборки лифтового холла в месяц | 30 |
| 9 | Время уборки лестничной клетки, мин | 5 |
| 10 | Частота уборки лестничной клетки в месяц | 4 |
| 11 | Число проходов на каждого человека в день | 10 |
| 12 | Время уборки вестибюля 1 -го этажа, мин | 10 |
| 13 | Частота уборки вестибюля 1-го этажа в месяц | 30 |
| 14 | Время прохода жильцов по вестибюлю 1 -го этажа, мин | 0,5 |

Примечания к пунктам:

п. 2 - показатель принят для типового этажа, на котором расположены одна однокомнатная, две двухкомнатных и одна трехкомнатная квартиры заселенными 2, 3, 4 жильцами соответственно (1х2+2х3+1х4=12);

п. 4 - показатель принят для среднего этажа 17-и этажного здания с лифтом, имеющим скорость 1 м/с и высотой этажа 2,8 м.

$$t = \frac{h_{эт} \cdot \frac{n}{2}}{V}, \qquad (7.7)$$

где $h_{эт}$ - высота этажа;

n - количество этажей;

V - скорость лифта.

п. 8, п. 10 - принято согласно приложению №1 к нормативу ЖНМ-96-01/7, п.п. 3, 4 [32].

Таблица 7.8 - Время работы освещения приквартирного коридора

| п/п | Наименования | Методика расчета | Время | Число вкл./выкл. |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Для уборки в год | *п.* 5 * *п.* 6 * 12 | 4 ч | 48 |
| 2 | Для прохода жильцов в год: | *п.* 3 * *п.* 2 * *п.* 11 * 365 | | |
| | Для К=1 | | 365 ч | 43800 |
| | Для К=0,5 | | 183 ч | 21900 |
| | Для К=0,3 | | 122 ч | 14600 |

Таблица 7.9 - Время работы освещения лифтового холла

| п/п | Наименования | Методика расчета | Время | Число вкл./выкл. |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Для уборки в год | *п.7* **п.8* 12 | 30 ч | 365 |
| 2 | Для прохода жильцов в год: | *п.* 4 * *п.* 2 * *п.* 11 * 365 | | |
| | Для К=1 | | 365 ч | 43800 |
| | Для К=0,5 | | 183 ч | 21900 |
| | Для К=0,3 | | 122 ч | 14600 |

Таблица 7.10 - Время работы освещения площадки эвакуационной лестницы

| п/п | Наименования | Методика расчета | Время | Число вкл./выкл. |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Для уборки в год | *п.9* *п.* 10 * 12 | 4 ч | 48 |
| 2 | Для прохода жильцов в год | 30 с * 2 * 365/3600 | | |
| | Для К=1 | | 6 ч | 730 |
| | Для К=0,5 | | 3 ч | 365 |
| | Для К=0,3 | | 2 ч | 244 |

Время прохода по пролету лестничной клетки и число проходов в день условно принято равным 0,5 м и 2 раза соответственно

Таблица 7.11 - Время работы освещения вестибюля первого этажа

| п/п | Наименования | Методика расчета | Время | Число вкл./выкл. |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Для уборки в год | *п.* 12 * *п.*13 * 12 | 61 ч | 365 |
| 2 | Для прохода жильцов в год | *п.* 14 * *п.* 1 * *п. 2* * *п.* 11 * 365 | | |
| | Для К=1 | | 6200 ч | 744600 |
| | Для К=0.5 | | 3100 ч | 372300 |
| | Для К=0,3 | | 2060 ч | 248200 |

К - коэффициент учитывающий возможность одновременного входа/выхода нескольких человек.

Таблица 7.12 - Показатели времени работы освещения для техподполья, шахт лифтовых установок и чердака

| Тип помещения | Оценочное время работы освещения в год | Оценочное кол-во вкл./выкл. в год |
|---|---|---|
| Шахты лифтовых установок | 40 ч | 20 |
| Чердак | 100 ч | 50 |
| Техподполье | 300 ч | 150 |

Оценочное количество включений/выключений в год рассчитывается по формуле

$$N = \frac{t_{раб\ в\ год}}{t_{раб\ дня}} \cdot n_{вкл}, \quad (7.8)$$

где $t_{раб\ в\ год}$ - оценочное время работы освещения в год;

$t_{раб\ дня}$ - продолжительность рабочего дня - 8 ч;

$n_{вкл}$ - количество включений/выключений освещения в течении рабочего дня - 4 раза с учетом перерыва на обед.

7.1.36 При оценке энергетической эффективности и фактического электропотребления систем освещения общедомовых помещений контролируется максимально допустимая удельная установленная мощность искусственного освещения в соответствии со значениями, приведенными в таблице 7.13 .

Таблица 7.13. - Максимально допустимая удельная установленная электрическая мощность системы искусственного освещения общедомовых помещений, исходя из нормируемой освещенности*

| Тип помещения | Максимальная нормируемая освещенность по МГСН 2.06–99, лк | Максимально допустимая удельная установленная мощность, Вт/м$^2$, не более |
|---|---|---|
| Вестибюли многоквартирных домов, лифтовые холлы | 50 | 6 |
| Лестничные клетки, поэтажные межквартирные коридоры | 20 | 4 |
| Технические чердаки и подполья | 20 | 4 |

**Значения даны с учетом мощности пускорегулирующих устройств*

7.1.37 Результаты измерений показателей электропотребления систем освещения общедомовых помещений отражаются в протоколе проведения измерений (Приложение В ).

7.1.38 При оценке энергетической эффективности и фактического электропотребления общедомового инженерного оборудования измеряют полную установленную электрическую мощность и потребление электрической энергии индивидуальным тепловым пунктом, общедомовыми циркуляционными и повысительными насосами и вентиляторами систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения. Измерения целесообразно проводить с испытаниями систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения. При наличии системы центрального кондиционирования здания измеряют потребляемую электрическую мощность и электропотребление системы центрального кондиционирования здания. По каждому виду общедомового инженерного оборудования, имеющего электропривод (оборудование системы отопления, вентиляции, горячего водоснабжения), потребление электрической энергии фиксируется отдельно.

7.1.39 Удельные годовые затраты электрической энергии на привод общедомового инженерного оборудования жилых и общественных зданий $q_{инж}, кВт \cdot ч / м^2$, определяются из соотношения:

$$q_{инж} = \frac{1}{A_h} \sum_{i=1}^{m} W_{инж,i} \cdot Z_{инж,i} \cdot K_{c,i}, \qquad (7.9)$$

где $W_{инж,i}, кВт$ - электрическая мощность, потребляемая общедомовым инженерным оборудованием i-й инженерной системы, усредненная за период испытаний и измеренная при

включенных (во время испытаний) системах отопления, вентиляции и горячего водоснабжения;

$Z_{инж,i}, ч$ - количество часов использования в году установленной электрической мощности электрооборудования i- й общедомовой инженерной системы, ч, принимаемое по таблице 7.14;

$K_{c,i}$ - коэффициент спроса электродвигателей i-й общедомовой инженерной системы; принимается по таблице 7.15;

$A_h, м^2$ – площадь квартир жилого дома, или помещений общественного здания.

Таблица 7.14 - Годовое число часов использования установленной мощности электрооборудования общедомовых инженерных систем жилых и общественных зданий ( для условий г. Москвы)

| Наименование оборудования | Годовое число часов использования установленной электрической мощности, ч/год |
|---|---|
| Циркуляционные насосы систем отопления | 4920 |
| Циркуляционные насосы систем отопления с автоматическим управлением системой | 4400 |
| Циркуляционные насосы систем горячего водоснабжения | 8760 |
| Циркуляционные насосы систем горячего водоснабжения с частотным управлением приводом | 7000 |
| Вытяжные вентиляторы систем вентиляции жилых зданий | 8760 |
| Вентиляторы систем вентиляции общественных зданий | Определяется проектом |
| Системы автоматизированного управления и исполнительные механизмы систем отопления и вентиляции | 4920 |
| Системы автоматизированного управления и исполнительные механизмы систем горячего водоснабжения | 8760 |
| Электрооборудование систем центрального кондиционирования жилых и общественных зданий | Определяется проектом |

Таблица 7.15 - Коэффициент спроса в зависимости от числа электродвигателей в инженерной системе здания

| Удельный вес работающего оборудования в установленной мощности электродвигателей, % | $K_c$ при числе электроприемников | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 | 3 | 5 | 8 | 10 | 15 | 20 | 30 | 50 | 100 | 200 |
| 100-85 | 1 (0,8) | 0,9 (0,75) | 0,8 (0,7) | 0,75 | 0,7 | 0,65 | 0,65 | 0,6 | 0,55 | 0,55 | 0,5 |
| 84-75 | - | - | 0,75 | 0,7 | 0,65 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,55 | 0,55 | 0,5 |
| 74-50 | - | - | 0,7 | 0,65 | 0,65 | 0,6 | 0,6 | 0,55 | 0,5 | 0,5 | 0,45 |
| 49-25 | - | - | 0,65 | 0,6 | 0,6 | 0,55 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,45 | 0,45 |
| 24 и менее | - | - | 0,6 | 0,6 | 0,55 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,45 | 0,45 | 0,4 |

Примечание - В установленную мощность резервные электроприемники не включаются. Мощность резервных электродвигателей, а также электроприемников противопожарных устройств и уборочных механизмов не учитывается (за исключением особых случаев)

7.1.40 Результаты измерений показателей электропотребления общедомовых инженерных систем здания отражаются в протоколе проведения измерений (Приложение В).

7.1.41 Измерения проводятся в течение трех суток. По завершении измерений, снимаются, как минимум, почасовые и итоговые показания со всех приборов учета потребления электрической энергии, заносятся в журнал, и подписываются протоколы испытаний (Приложение В).

7.2 Обработка результатов

7.2.1 Итогом испытаний являются инструментально-измеренные и зарегистрированные значения следующих величин:

-потребление электрической энергии лифтами при имитации их эксплуатационного режима в режиме 10 базовых циклов в соответствии с требованиями п.п.7.17-7.1.19;

-потребление электрической энергии общедомовыми системами освещения:

- электрическая мощность измеряется в номинальном режиме, при этом все осветительные приборы включены, а датчики движения и прочие контроллеры выключены;

-потребление электрической энергии общедомовым инженерным оборудованием, включая потребление электрической энергии индивидуальным тепловым пунктом, общедомовыми циркуляционными и повысительными насосами и вентиляторами систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения.

7.2.2 Целью обработки результатов инструментальных испытаний является определение годового удельного потребления электрической энергии $q_{эл}, кВт \cdot ч/м^2$, расходуемой на общедомовое инженерное оборудование и системы освещения общедомовых помещений, приведенной к 1 м$^2$ площади квартир в год и определяемое по формуле

$$q_{эл} = q_{лифт} + q_{осв} + q_{инж} \quad (7.10)$$

где $q_{лифт}, кВт \cdot ч/м^2$, - удельное годовое потребление электрической энергии, расходуемой на привод лифтов, определяемое по формуле (7.5);

$q_{осв}, кВт \cdot ч/м^2$ - удельное годовое потребление электрической энергии, расходуемой на освещение общедомовых помещений, определяемое по формуле (7.6);

$q_{инж}, кВт \cdot ч / м^2$ - удельные годовые затраты электрической энергии на привод общедомового инженерного оборудования жилых и общественных зданий, определяемые по формуле (7.7).

7.2.3 Расчеты по формуле (7.10.) проводятся для каждого вида общедомового инженерного оборудования (оборудование с электроприводом системы отопления, системы горячего водоснабжения, вентиляции и пр.), а затем суммируются.

7.2.4 Заполняется таблица 7.16 по предложенному в ней алгоритму. Определяется приведенное к 1 м$^2$ площади квартир удельное годовое энергопотребление электрической энергии, расходуемой на общедомовое инженерное оборудование и системы освещения общедомовых помещений $q_{эл}$ кВтч/м$^2$ в год.

Таблица 7.16 - Результаты натурных испытаний по инструментальному определению энергетической эффективности и фактического электропотребления общедомового инженерного оборудования и систем освещения общедомовых помещений вводимых в эксплуатацию жилых и общественных зданий

| Показатель | Обозначение, размерность | Фактическое значение | Формула для расчета |
|---|---|---|---|
| Усредненная электрическая мощность лифтовой установки в режиме движения, измеренная в 10 базовых циклах, соответствующих требованиям п. 7.1.17-7.1.21. | $W_{лифт,дв}$, кВт | | по результатам фактических измерений за период испытаний |
| Усредненная электрическая мощность лифтовой установки в режиме ожидания, измеренная в соответствии с требованиями п. 7.1.14-7.1.16 | $W_{лифт,ожс}$, кВт | | по результатам фактических измерений за период испытаний |
| Приведенное к 1 м$^2$ площади квартир или помещений общественного здания годовое удельное потребление электрической энергии, расходуемой на привод лифтов | $q_{лифт}$, кВт·ч/м$^2$ в год | | Определяется по формуле (7.5) |
| Приведенное к 1 м$^2$ площади квартир или помещений общественного здания годовое удельное потребление электрической энергии, расходуемой на освещение общедомовых помещений | $q_{осв}$, кВт·ч/м$^2$ в год | | Определяется по формуле (7.6) |
| Приведенное к 1 м$^2$ площади квартир или помещений общественного здания годовое удельное потребление электрической энергии, расходуемой на привод общедомового инженерного оборудования | $q_{инж}$, кВт·ч/м$^2$ в год | | Определяется по формуле (7.7) |
| Приведенное к 1 м$^2$ площади квартир или помещений общественного здания удельное потребление электрической энергии, расходуемой на общедомовое инженерное оборудование и системы освещения общедомовых помещений | $q_{эл}$ кВт·ч/м$^2$ в год | | Определяется по формуле (7.8) |

7.3 Аппаратура и оборудование

7.3.1 Применяемые средства измерений должны иметь свидетельства об утверждении типа средств измерений и документы, подтверждающие проведение их поверки (калибровки) с установленной периодичностью. Все измерения должны проводиться по аттестованным в соответствии с ГОСТ Р 8.563 [8] методикам измерений.

7.3.2 В случае наличия в электрощитовой здания установленных счетчиков электроэнергии, отдельно учитывающих электропотребление на освещение, лифты и общедомовое инженерное оборудование, их следует использовать как основные электроизмерительные приборы для определения расхода электрической энергии и электрической мощности общедомовыми системами здания.

7.3.3 Если отсутствуют отдельные электросчетчики, учитывающие электропотребление на освещение, лифты и общедомовое инженерное оборудование, то необходимо производить измерения следующими методами:

- применять дополнительные электроизмерительные приборы, регистрирующие электрическую мощность и энергию – электроанализаторы;

- проводить измерение электропотребления отдельных рассматриваемых систем (освещение, лифты и общедомовое инженерное оборудование) с помощью общего электросчетчика, при этом отключить с помощью коммутационной аппаратуры системы, на которых не проводятся измерения, если существует такая техническая возможность.

7.3.4 Допускается проведение считывания информации об электропотреблении с электросчетчиков с помощью автоматизированных систем мониторинга электропотребления.

7.3.5 При проведении измерений электрической энергии и мощности с помощью электросчетчиков трансформаторного включения в расчетах необходимо учитывать их коэффициент трансформации тока Кт.

7.3.6 Счетчики электроэнергии и электроанализаторы, с помощью которых проводятся измерения, должны удовлетворять следующим основным требованиям:

- возможность проведения измерений в трехфазных электрических сетях 380/220В с частотой 50Гц с глухозаземленной нейтралью;

- обеспечение измерения активной электроэнергии активной мощности;

- класс точности при измерении мощности и энергии не ниже 2;

- соответствие диапазонов измеряемых значений электрических величин фактическим параметрам электроустановки.

7.3.7 В качестве электроанализаторов предпочтительно использовать портативные микропроцессорные анализаторы электропотребления типов AR.4M, AR.5 или аналогичные.

7.3.8 Подключение портативных электроанализаторов должно производиться в соответствии со схемой, указанной в их руководстве по эксплуатации.

7.3.9 К выполнению измерений электроэнергии допускаются лица, подготовленные в соответствии с «Правилами эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами устройства электроустановок», «Межотраслевыми правилами по охране труда (правилами безопасности) при эксплуатации электроустановок», имеющие группу по электробезопасности не ниже III, обученные выполнению измерений при учете электроэнергии и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

7.3.10 При выполнении измерений электроэнергии соблюдают требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019 [24].

# 8 ОЦЕНКА СООТВЕТСТВИЯ НОРМАТИВНЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ВВОДИМЫХ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

## 8.1.Порядок проведения оценки

8.1.1 Оценка соответствия нормативным показателям энергетической эффективности законченных новым строительством или реконструкцией жилых зданий проводится на основе предоставляемых Застройщиком, или техническим Заказчиком строительства результатов испытаний по инструментальному определению энергетической эффективности и энергопотребления сдаваемого в эксплуатацию жилого или общественного здания, выполненного уполномоченной Застройщиком или техническим Заказчиком строительства организацией, имеющей соответствующие допуски и аккредитации. Упомянутые испытания должны быть проведены в соответствии с положениями настоящей Методики.

8.1.2 Определение соответствия фактических показателей энергетической эффективности и энергопотребления вводимых в эксплуатацию жилых и общественных зданий производится их (показателей) сравнением с утвержденными нормативами удельного энергопотребления зданий, при этом в рамках утвержденных нормативов удельного энергопотребления зданий должны быть также утверждены нормированные условия, при которых они обеспечиваются, в том числе:

- воздухообмен (кратность, или расход приточного воздуха на 1 $м^2$ площади квартир, или на человека);

- температура и относительная влажность внутреннего воздуха в помещениях здания;

- параметры типового климатического года (градусо-часы и средняя температура отопительного периода, продолжительность отопительного периода, то же самое по периоду кондиционирования, средняя скорость ветра);

- этажность здания;

- плотность заселения здания;

- суточные нормы потребления горячей и холодной воды из расчета на 1 человека, л/сут;

-для общественных зданий - количество сотрудников, режимы работы, нормы вентиляции.

8.1.3 В соответствии с утвержденными нормированными условиями путем сопоставления с ними параметров проектируемого здания в составе утвержденного проекта

здания должно быть определено нормативное удельное энергопотребление проектируемого здания, полученное значение которого должно быть внесено в энергетический паспорт здания, или отражено в разделе проекта «Энергоэффективность».

8.1.4 Полученные в результате инструментальных испытаний фактические данные по энергетической эффективности и энергопотреблению вводимого в эксплуатацию здания должны быть приведены к нормированным условиям с использованием базовых показателей энергетического паспорта здания, утвержденных в установленном порядке в составе проектной документации и представленных в таблице 8.1.

Таблица 8.1 - Базовые расчетные показатели энергетического паспорта объекта _____,

расположенного по адресу:_____

Обозначение объекта _____

(жилой дом, административное здание и т.п.)

Паспорт составлен на основании утвержденной проектной документации

| Параметры | Единица измерения | Значение показателя |
|---|---|---|
| 1 Показатели объемно-планировочные и заселения | | |
| 1.1 Строительный объем всего, в т.ч.: | $V_{стр}, м^3$ | |
| отапливаемой части | $V_{от}, м^3$ | |
| 1.2 Количество квартир (помещений) | шт. | |
| 1.3 Расчетное количество жителей (работников) | $m_{ж}, чел$ | |
| 1.4 Площадь квартир, помещений (без летних помещений) | $A_h, м^2$ | |
| 1.5 Высота этажа (от пола до пола) | $h_{эт}, м$ | |
| 1.6 Среднее за отопительный сезон часовое количество приточного воздуха, необходимого для вентиляции помещений здания, учитывающее в случае наличия регулируемую подачу приточного воздуха в зависимости от $CO^2$ и пр., | $L_{вент}$, $м^3/ч$ | |
| 1.7 Приведенная воздухопроницаемость ограждающих конструкций здания при разности давлений 10 Па | $G$, $кг/(м^2 \cdot ч)$ | |
| 1.8 Удельные бытовые тепловыделения в здании за отопительный период | $q_{быт}$, $кВт \cdot ч / м^2$ | |
| 1.9 Средняя температура внутреннего воздуха в помещении здания за отопительный период | $t_в, {}^0C$ | |
| 2.Энергетические нагрузки здания | | |
| 2.1 Потребляемая мощность систем инженерного оборудования: | | |
| 2.1.1 отопления | $N_{от}, кВт$ | |
| 2.1.2 горячего водоснабжения | $N_{ГВС}, кВт$ | |
| 2.1.3 электроснабжения | $N_{эл}, кВт$ | |
| 2.1.4 вентиляции | $N_{вент}, кВт$ | |

| Параметры | Единица измерения | Значение показателя |
|---|---|---|
| 2.1.5 кондиционирования | $N_{конд}, кВт$ | |
| 2.2 Средние суточные расходы: | | |
| 2.2.1 природного газа | $м^3$/сут | |
| 2.2.2 холодной воды | $м^3$/сут | |
| 2.2.3 горячей воды | $м^3$/сут | |
| 2.2.4 на отопление здания | $q_{от}^{сут}, кВт$ | |
| 2.2.5 в том числе на вентиляцию | $q_{вент}^{сут}, кВт$ | |
| 2.3. Удельная тепловая характеристика | $q_т$, $Вт/(м^3 \cdot {}^0C)$ | |
| 3 Удельные годовые расходы конечных видов энергоресурсов в расчете на 1 $м^2$ площади квартир (помещений) | | |
| 3.1 Удельное потребление энергии на отопление, вентиляцию, кондиционирование, горячее водоснабжение и электроснабжение и освещение общедомовых помещений и оборудования, в т.ч.: | $q$, $кВт \cdot ч / м^2$ | |
| 3.1.1 Удельное потребление энергии на отопление и вентиляцию, включая: | $q_{от}$, $кВт \cdot ч / м^2$ | |
| 3.1.1.1 Удельное потребление энергии на компенсацию трансмиссионных потерь тепла | $q_{тр}$, $кВт \cdot ч / м^2$ | |
| 3.1.1.2 Удельное потребление энергии на вентиляцию (инфильтрацию) | $q_{вент}$, $кВт \cdot ч / м^2$ | |
| 3.1.2 Удельное потребление энергии на горячее водоснабжение | $q_{ГВС}$, $кВт \cdot ч / м^2$ | |
| 3.1.3 Удельное потребление электрической энергии на электроснабжение общедомового оборудования и систем освещения общедомовых помещений, включая центральное кондиционирование | $q_{эл}$, $кВт \cdot ч / м^2$ | |

8.1.5 Для оценки соответствия нормативным показателям законченных новым строительством, или реконструкцией жилых и общественных зданий проводится приведение к нормированным условиям натурных данных об энергетической эффективности, полученных при инструментальных испытаниях вводимого в эксплуатацию жилого дома.

8.1.6 Для приведения к нормированным условиям натурных данных об энергетической эффективности, полученных при инструментальных испытаниях вводимого в эксплуатацию здания используются климатологические данные и параметры «типового климатического года», представленные в таблице 8.2.

Таблица 8.2 - Нормированные климатологические данные и параметры «типового климатического года»

| Наименование параметра | Единицы измерения | Количество |
|---|---|---|
| Градусо-часы отопительного периода | $D_h, {}^0C \cdot ч$ | 4551*24 |
| Средняя температура отопительного периода | $t_{от}, {}^0C$ | - 2,2 |
| Средняя за отопительный период скорость ветра | $v^{ср}, м/с$ | 3,8 |
| Средний за отопительный коэффициент теплоотдачи с наружной поверхности ограждающих конструкций | $\alpha_н$, $Вт/({}^0C \cdot м^2)$ | 23 |

8.1.7 Для приведения полученных при инструментальных испытаниях натурных данных к нормированным условиям эксплуатации, учитывающим образ жизни и нормированную модель поведения жителей используются параметры, представленные в таблице 8.1.8.

Таблица 8.3 - Нормированные параметры и условия эксплуатации, учитывающие образ жизни и нормированную модель поведения жителей

| Наименование параметра | Обозначение и единицы измерения | Количество |
|---|---|---|
| Коэффициент снижения удельных затрат энергии на отопление и вентиляцию за счет применения квартирных приборов учета потребления тепловой энергии | $\xi_1$, доли единицы | 0,85 |
| Коэффициент снижения удельных затрат энергии на отопление и вентиляцию за счет применения устройств и оборудования автоматизированного управления тепловым режимом системы отопления | $\xi_2$, доли единицы | 0,9 |
| Коэффициент снижения удельных затрат энергии на горячее водоснабжение за счет применения индивидуальных квартирных приборов учета потребления горячей и холодной воды | $\xi_{ГВС}$, доли единицы | 0,9 |
| Коэффициент снижения удельных затрат электрической энергии на освещение общедомовых помещений за счет применения датчиков движения или присутствия | $\xi_{эл}$, доли единицы | 0,75 |

8.1.8 На основании результатов натурных испытаний и данных, представленных в таблицах 8.2 и 8.3 проводится оценка соответствия нормативным показателям энергетической эффективности фактического энергопотребления вводимого в эксплуатацию здания, результаты которой заносятся в таблицу 8.4. При проведении оценки производится пересчет полученного при натурных испытаниях удельного энергопотребления испытываемого здания на нормированные условия по бытовым тепловыделениям, теплопоступлениям от солнечной энергии, усредненному по фасадам теплообмену ограждающих кон-

струкций с наружным воздухом и нормативному температурному режиму квартир, а также на нормированные условия поведения жителей и по горячему водоснабжению и электроснабжению и пр.

Таблица 8.4 - Результат оценки соответствия нормативным показателям энергетической эффективности фактического энергопотребления здания

| Оцениваемые параметры | Единицы измерения | Нормативное значение параметра | Фактическое значение, полученное в результате инструментальных испытаний и приведенное к нормативным условиям | Результат оценки соответствия нормативным показателям энергетической эффективности фактического энергопотребления испытываемого здания |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 Удельное потребление энергии на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и электроснабжение общедомовых систем освещения и оборудования, в т.ч.: | кВт·ч/м$^2$ год | Таблица 8.1, строка 3.1 | $q = q_{от} + q_{ГВС} + q_{эл}$ величины в правой части определяются строками 1.1, 1.2, 1.3 настоящей таблицы | |
| 1.1 Удельное потребление энергии на отопление и вентиляцию, включая: | кВт.ч/м$^2$ год | Таблица 8.1, строка 3.1.1 | $q_{от} = (q_{тр} + q_{вент} - (q_{быт} + q_{рад})\nu\varsigma) \times \times \xi_2 \beta_h$ (формула (8.1) п.8.1.9) | |
| 1.1.1Удельное потребление энергии на компенсацию трансмиссионных потерь | кВт.ч/м$^2$ год | Таблица 8.1, строка 3.1.1.1 | $q_{тр} = H_{тр,ф} \frac{D_h}{A_h}$ где $H_{тр,ф}$ - стр. 29 таблицы 5.3 | |
| 1.1.2 Удельное потребление энергии на вентиляцию (инфильтрацию) | кВт.ч/м$^2$ год | Таблица 8.1 строка 3.1.1.2 | $q_{вент} = H_{вент,изм} \frac{D_h}{A_h} \times \times \frac{L_{вент} \cdot \tau_z}{(V^h_{вент} + V^{кв}_{вент})}$ где $H_{вент,изм}$ из стр.19 таблицы 5.3 | |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| 1.2 Удельное потребление энергии на горячее водоснабжение | кВт.ч/м$^2$ год | Таблица 8.1, строка 3.1.2 | $q_{ГВС} = [24W_{цир} + + \hat{q}_{гв,2}(t_{гв}^{норм} - t_{хв}^{норм}) \times \times V_{гв}^{норм} m_{ж}] \frac{365}{A_h} \cdot \xi_{ГВС}$ $t_{хв}^{норм}$, $t_{гв}^{норм}$ и $V_{гв}^{норм}$ - нормированные значения, $\hat{q}_{гв,2}$ из стр.12 таблицы 6.1; $W_{цир}$ из стр. 10 таблицы 6.1 | |
| 1.3 Удельное потребление электрической энергии на электроснабжение общедомового оборудования и систем освещения общедомовых помещений, включая центральное кондиционирование | кВт.ч/м$^2$ год | Таблица 8.1, строка 3.1.3 | $q_{эл}$ из стр.6 Из таблицы 7.10 | |

8.1.9 Удельное потребление энергии на отопление и вентиляцию (стр.1.1 таблица 8.4) определяется по формуле, $кВт \cdot ч / м^2$:

$$q_{от} = \left(q_{тр} + q_{вент} - \left(q_{быт} + q_{рад}\right) \cdot \nu \cdot \varsigma\right) \cdot \beta_h \qquad (8.1)$$

где $q_{тр}$ $кВт \cdot ч / м^2$ - удельное потребление энергии на компенсацию трансмиссионных потерь, определяется в п.8.1.10;

$q_{вент}$ $кВт \cdot ч / м^2$ - удельное потребление энергии на подогрев приточного и инфильтрационнного воздуха, определяется в п.8.1.11;

$q_{быт}, кВт \cdot ч / м^2$ - удельные бытовые тепловыделения в здании за отопительный период. определяются в п.8.1.12;

$q_{рад}, кВт \cdot ч / м^2$ - теплопоступления в здание за отопительный период за счет солнечной радиации, определяются в п.8.1.13;

$\varsigma$ - коэффициент эффективности авторегулирования отопления, определяется согласно таблицы 8.5;

$\nu$ - коэффициент учитывающий снижение использования теплопоступлений в период превышения их над теплопотерями, $\nu$=0.8;

$\beta_h$ - коэффициент учета дополнительных теплопотерь системы отопления согласно таблицы 8.6.

Таблица 8.5 - Значения коэффициента эффективности авторегулирования отопления $\varsigma$

| $\varsigma$ | Тип системы отопления |
|---|---|
| 1,0 | Однотрубная система с термостатами и с пофасадным авторегулированием на вводе или поквартирной горизонтальной разводкой |
| 0,95 | Двухтрубная система отопления с термостатами и с центральным авторегулированием на вводе |
| 0,9 | Однотрубная система 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 | Однотрубная система отопления с термостатами и без авторегулирования на вводе |
| 0,7 | Система без термостатов и с центральным авторегулированием на вводе с коррекцией по температуре внутреннего воздуха |
| 0,5 | Система без термостатов и без авторегулирования на вводе — регулирование центральное в ЦТП или котельной |

Таблица 8.6 - Значения коэффициента учета дополнительных теплопотерь системы отопления $\beta_h$

| $\beta_h$ | Тип здания |
|---|---|
| 1,13 | Многосекционные и другие протяженные здания |
| 1,11 | Здания башенного типа |
| 1,07 | Здания с отапливаемыми подвалами или чердаками |
| 1,05 | Здания с отапливаемыми подвалами и чердаками, а также с квартирными генераторами теплоты |

8.1.10 Удельное потребление энергии на компенсацию трансмиссионных потерь, $кВт \cdot ч / м^2$:

$$q_{тр} = H_{тр,ф} \frac{D_h}{A_h} \tag{8.2}$$

$$D_h = (t_в - t_{от}) \cdot z_{от} \cdot 24 \tag{8.3}$$

где $D_h$ - градусо-часы отопительного периода в г.Москве.

$t_в$ - средняя температура наружного воздуха за отопительный период, °С;

$z_{от}$ - продолжительность отопительного периода, сут;

$t_{от}$ - расчетная температура внутреннего воздуха для проектирования теплозащиты, °С. Выбор значений данных параметров для Москвы и Московской области осуществляется по [3] ;

$A_h$ , м$^2$ - площадь квартир;

$H_{тр,ф}, Вт/^0С$ - трансмиссионный коэффициент теплопередачи, строка 29 таблицы 5.3.

8.1.11 Удельное потребление энергии на вентиляцию (инфильтрацию), $кВт \cdot ч / м^2$:

$$q_{вент} = H_{вент,изм} \frac{D_h}{A_h} \frac{L_{вент} \cdot \tau_z}{(V^h_{вент} + V^{кв}_{вент})} \tag{8.4}$$

где $H_{вент,изм}, кВт/^0С$ - вентиляционный коэффициент теплопередачи, строка19, таблицы 5.3.

8.1.12 Удельные бытовые тепловыделения в здании за отопительный период, $кВт \cdot ч / м^2$:

$$q_{быт} = q_{\text{int}} \cdot 10^{-3} \cdot \tau_h \cdot A_r / A_h \tag{8.5}$$

где $\tau_h$ - число часов в отопительном периоде; $A_r$ - площадь жилых помещений.

Расчет удельных бытовых тепловыделений, производится интерполяцией по

$$q_{\text{int}} = \begin{cases} 17, & \text{если } \dfrac{A_h}{m_{ж}} \le 20 \text{ м}^2/\text{чел} \\ 10, & \text{если } \dfrac{A_h}{m_{ж}} \ge 45 \text{ м}^2/\text{чел} \\ -\dfrac{7}{25}\left(\dfrac{A_h}{m_{ж}} - 45\right) + 10, & \text{если } 20 \text{ м}^2/\text{чел} < \dfrac{A_h}{m_{ж}} < 45 \text{ м}^2/\text{чел} \end{cases} \tag{8.6}$$

где $m_{ж}$ - число жителей, в соответствии с проектом.

Удельные теплопоступления в здание за отопительный период от солнечной радиации $q_{рад}, кВт \cdot ч / м^2$:

$$q_{рад} = \tau_F \cdot k_F \cdot A_F \cdot I_S / A_h \tag{8.7}$$

где $I_S = 176$ - средняя величина интенсивности солнечной радиации через светопрозрачные конструкции здания для г.Москвы, $кВт \cdot ч / м^2$.

Остальные параметры такие же, как в формуле (5.18) п. 5.3.11 (строки 15, 23-25, таблицы 5.3).

## 8.2 Оценка погрешностей измерений

8.2.1. Абсолютная погрешность определения величины удельного потребления энергии на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и электроснабжение общедомовых систем освещения и оборудования может быть определена по следующей формуле:

$$\Delta q = \Delta q_{от} + \Delta q_{ГВС} + \Delta q_{эл} \tag{8.8}$$

где $\Delta q_{от}$, $кВт \cdot ч / м^2$ - абсолютная погрешность определения величины удельного потребления энергии на отопление и вентиляцию, определяется в п.8.2.2;

$\Delta q_{ГВС}$, $кВт \cdot ч / м^2$ - абсолютная погрешность определения расхода энергии зданием на горячее водоснабжение, определяется в п.8.2.3;

$\Delta q_{эл}$, $кВт \cdot ч / м^2$ - абсолютная погрешность определения расхода энергии зданием на электроснабжение общедомовых систем освещения и оборудования, определяется в п.8.2.4

8.2.2. Абсолютная погрешность определения величины удельного потребления энергии на отопление и вентиляцию, $\Delta q_{от}$, $кВт \cdot ч / м^2$, определяется по формуле

$$\Delta q_{от} = \left(\Delta q_{тр} + \Delta q_{вент}\right)\xi_2 \beta_h , \tag{8.9}$$

где: $\Delta q_{тр}$, $кВт \cdot ч / м^2$ - абсолютная погрешность определения расхода энергии зданием на трансмиссионные потери, определяемая по формулам

$$\Delta q_{тр} = \left( \frac{\Delta H_{от,изм} + \Delta H_{вент,изм} + \Delta H_{рад,изм}}{1 + \beta_{акк} + \beta_{сущ}} + H_{тр,ф} \frac{\Delta\beta_{акк} + \Delta\beta_{сущ}}{1 + \beta_{акк} + \beta_{сущ}} \right) \frac{D_h}{A_h}, \tag{8.10}$$

где $\Delta H_{от,изм} = \left( \frac{\Delta Q_{от,изм}}{Q_{от,изм}} + \frac{\Delta t_в^{ср} + \Delta t_н^{ср}}{t_в^{ср} - t_н^{ср}} \right) H_{от,изм}$ (8.11)

$$\Delta H_{вент,изм} = \left( 2\delta q_D + \delta q_v + \frac{\Delta t^{ср}_{удал} + \Delta t^{ср}_{н}}{t^{ср}_{удал} - t^{ср}_{н}} + \frac{\Delta t^{ср}_{в} + \Delta t^{ср}_{н}}{t^{ср}_{в} - t^{ср}_{н}} \right) H_{вент,изм} \quad (8.12)$$

$$\Delta H_{рад,изм} = \left( \frac{\Delta I_{F,изм}}{I^{ср}_{F,изм}} + \frac{\Delta t^{ср}_{в} + \Delta t^{ср}_{н}}{t^{ср}_{в} - t^{ср}_{н}} \right) H_{рад,изм} \quad (8.13)$$

$$\Delta \beta_{суш} = \left( \frac{2\overline{\Delta \omega_в}}{\Delta \omega_в} + \frac{(\Delta t^{ср}_{в} + \Delta t_{н})}{(t^{ср}_{в} - t^{ср}_{н})} \right) \beta_{суш} \quad (8.14)$$

$$\Delta \beta_{акк} = \left( \frac{2\Delta t_{н}}{(t_{н,z} - t_{н,1})} + \frac{(\Delta t^{ср}_{в} + \Delta t_{н})}{(t^{ср}_{в} - t^{ср}_{н})} \right) \beta_{акк} \quad ; \quad (8.15)$$

значения величин в правых частях формул определены в 8.2.4.

8.2.3 $\Delta q_{вент}$, $кВт \cdot ч / м^2$ - абсолютная погрешность определения расхода энергии зданием на вентиляцию, определяется по формуле

$$\Delta q_{вент} = \left( 4\delta q_D + 2\delta q_v + \frac{\Delta t^{ср}_{удал} + \Delta t^{ср}_{н}}{t^{ср}_{удал} - t^{ср}_{н}} + \frac{\Delta t^{ср}_{в} + \Delta t^{ср}_{н}}{t^{ср}_{в} - t^{ср}_{н}} \right) \cdot q_{вент} \quad (8.16)$$

значения величин в правых частях формул определены в 8.2.4;

8.2.4 В формулах (8.11)-(8.16):

$\Delta Q_{от,изм}$ - абсолютная погрешность определения расхода энергии зданием на отопление по данным теплового счетчика;

$$\Delta t^{ср}_{в} = \Delta t_{в} + 2t^{ср}_{в}\left(2\delta q_D + \delta q_v\right), \quad (8.17)$$

$$\Delta t^{ср}_{удал} = \Delta t_{в} + 2t^{ср}_{удал}\left(2\delta q_D + \delta q_v\right), \quad (8.18)$$

где $\Delta t^{ср}_{н} = \Delta t_{н}$, °С - абсолютная погрешность измерения температуры наружного воздуха;

$\Delta t_{в}$, °С - абсолютная погрешность измерения температуры внутреннего воздуха;

$\Delta I_{F,изм}$, $кВт \cdot ч / м^2$ - абсолютная погрешность измерения интенсивности падающего солнечного излучения ;

$\overline{\Delta \omega_в}$, % - абсолютная погрешность измерения массовой влажности внутренних поверхностей ограждающих конструкций здания;

$\delta q_D$ - среднеквадратичная относительная погрешность определения размеров мерного сечения, зависящая от гидравлического диаметра воздуховода $D_h = 4A/P$. При $D_h < 300мм$ величина $\delta q_D = \pm 3\%$; при $D_h > 300мм$ величина $\delta q_D = \pm 2\%$.

$\delta q_v$ - предельная относительная погрешность определения расхода воздуха, связанная с неравномерностью распределения скоростей в мерном сечении, которая оценивается по таблице 4.7 (ГОСТ 12.3.018 [19]).

Остальные величины определяются по таблицам 5.1-5.3.

Таблица 8.6 - Предельная относительная погрешность $\delta q_v$ определения расхода воздуха, связанная с неравномерностью распределения скоростей в мерном сечении

| Форма мерного сечения | Число точек измерений | $\delta_v$, %, при расстоянии от места возмущения потока до мерного сечения в гидравлических диаметрах $D_h$ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 5 | > 5 |
| Круг | 4 | 20 | 16 | 12 | 6 | 3 |
| | 8 | 16 | 12 | 10 | 5 | 2 |
| | 12 | 12 | 8 | 6 | 3 | 2 |
| Прямо-угольник | 4 | 24 | 20 | 15 | 8 | 4 |
| | 16 | 12 | 8 | 6 | 3 | 2 |

Примечание В случае, когда значения коэффициентов $\beta_{суш}$ и $\beta_{акк}$ определяются по таблицам 5.1 и/или 5.2, в формуле (8.10) следует принимать $\Delta\beta_{суш} = 0$ и/или $\Delta\beta_{акк} = 0$.

8.2.5 Абсолютная погрешность определения расхода энергии зданием на горячее водоснабжение, $\Delta q_{ГВС}$, $кВт \cdot ч/м^2$, вычисляется по формуле

$$\Delta q_{ГВС} = [24\Delta W_{цир} + + \Delta\hat{q}_{гв,2}(t_{гв}^{норм} - t_{хв}^{норм})V_{гв}^{норм} m_{ж}]\frac{365}{A_h} \cdot \xi_{ГВС}. \quad (8.19)$$

где

$$\Delta\hat{q}_{гв,2} = \left(\frac{\Delta Q_{сум} + 24 \cdot \Delta W_{цир}}{Q_{сум} - 24 \cdot W_{цир}} + \delta V_{гв,2} + \frac{\Delta t_{гв,2}^{ср} + \Delta t_{хв,2}^{ср}}{t_{гв,2}^{ср} - t_{хв,2}^{ср}}\right)\hat{q}_{гв,2} \quad (8.20)$$

где $\Delta W_{цир}$, $кВт$ - абсолютная погрешность измерения тепловой мощности, расходуемой на компенсацию тепловых потерь в трубопроводах всей системы ГВС испытываемого здания и в полотенцесушителях;

$\Delta Q_{сум}$, $кВт \cdot ч$ - абсолютная погрешность измерения количества тепловой энергии, израсходованной системой ГВС испытываемого здания за 2-е сутки испытаний, включая потери тепла при циркуляции и в полотенцесушителях ;

$\delta V_{гв,2}$ - относительная погрешность определения количества горячей воды, слитой из системы ГВС во время контрольных проливов за 2-е сутки испытаний, вычисляется по формуле

$$\delta V_{гв,2} = \frac{m_2 n_2 \Delta V_{гв}}{V_{гв,2}}, \quad (8.21)$$

где $\Delta V_{гв}$, $м^3$ - абсолютная погрешность измерения счетчиков расходов горячей воды, установленных в квартирах;

$\Delta t^{ср}_{хв,2}$ и $\Delta t^{ср}_{гв,2}$, °С- абсолютные погрешности определения усредненной за 2-ые сутки испытаний и по местам водоразборов температуры холодной и горячей воды, соответственно, в подающем трубопроводе вблизи водоразборов, вычисляются по формулам:

$$\Delta t^{ср}_{хв,2} = \Delta t_{хв} + \frac{\Delta V_{хв}}{V_{хв,2}} \left( \sum_{i=1}^{m_k} \sum_{j=1}^{n_k} t_{хв,2,ij} + m_2 n_2 t^{ср}_{хв,2} \right) \quad (8.22)$$

$$\Delta t^{ср}_{гв,2} = \Delta t_{гв} + \frac{\Delta V_{гв}}{V_{гв,2}} \left( \sum_{i=1}^{m_k} \sum_{j=1}^{n_k} t_{гв,2,ij} + m_2 n_2 t^{ср}_{гв,2} \right) \quad (8.23)$$

где $\Delta V_{гв}$ и $\Delta V_{хв}$, $м^3$ - абсолютные погрешности счетчиков расходов горячей и холодной воды, соответственно, установленных в квартирах;

$\Delta t_{гв}$ и $\Delta t_{хв}$, °С - абсолютные погрешности приборов измерения температуры горячей и холодной воды, соответственно, установленных в квартирах.

Остальные величины определены в таблице 6.1.

8.2.6 Абсолютная погрешность определения расхода энергии зданием на электроснабжение общедомовых систем освещения и оборудования, $\Delta q_{эл}$, $кВт \cdot ч / м^2$, определяется по формуле

$$\Delta q_{эл} = \Delta q_{лифт} + \Delta q_{осв} + \Delta q_{инж} \quad (8.24)$$

где $\Delta q_{лифт}$, $кВт \cdot ч / м^2$ - абсолютная погрешность определения удельного годового электропотребления лифтовой установки, вычисляется по формуле

$$\Delta q_{лифт} = \frac{365}{A_h} \cdot [(1 - \tau_{дв}) \cdot \Delta W_{лифт,ожс} + \tau_{дв} \cdot K_c \cdot \Delta W_{лифт,дв}], \quad (8.25)$$

где $\Delta W_{лифт,ожс}$, $кВт$ - абсолютная погрешность определения средней потребляемой мощности лифтовой установки в режиме ожидания, определяется как

$\Delta W_{лифт,ожс} = \Delta W_{лифт}$, при вычислении по формуле (7.1),

где $\Delta W_{лифт}$, $кВт$- абсолютная погрешность измерения потребляемой мощности лифтовой установки при нахождении всех лифтов в режиме ожидания

где $\Delta W_{лифт,ожс} = \left( \delta Q^{факт}_{лифт,ожс} + \delta\tau \right) W_{лифт,ожс}$, при вычислении по формуле (7.2),

где $\delta Q_{лифт,ожс}$ - относительная погрешность измеренного значения потребленной энергии за время $\tau$;

$\delta\tau$ - относительная погрешность измерения времени $\tau$;

$\Delta W_{лифт,дв}$ , *кВт* - абсолютная погрешность определения средней потребляемой мощности лифтовой установки в режиме ожидания, определяется по формуле

$$\Delta W_{лифт,дв} = \left( \delta Q_{лифт,дв} + \frac{n\Delta\tau}{\sum_{i=1}^{n} \tau_i} \right) W_{лифт,дв}, \tag{8.26}$$

$$\delta Q_{лифт,дв} = \frac{\Delta Q_{лифт,дв}}{Q_{лифт,дв}} = \frac{n\Delta Q_{дв} - (n-1)\cdot\left( \Delta W_{лифт,ожс} \cdot \sum_{i=1}^{n} \tau_i + W_{лифт,ожс} \cdot n \cdot \Delta\tau \right)}{Q_{лифт,дв}}, \tag{8.27}$$

где $\Delta Q_{дв}$ , кВт.ч - абсолютная погрешность измерения электропотребление отдельного лифта при движении;

$\Delta\tau, ч$ - абсолютная погрешность измерения интервалов времени $\tau_i$ .

Остальные значения определены в п.7.1.19.

8.2.7 $\Delta q_{осв}$, $кВт \cdot ч / м^2$ - абсолютная погрешность определения удельного годового потребления электрической энергии, расходуемой на освещение общедомовых помещений, вычисляется по формуле

$$\Delta q_{осв} = \frac{1}{A_h} \Delta W_{осв} \sum_{i=1}^{m} \cdot Z_{осв,i}, \tag{8.28}$$

где $\Delta W_{осв}$, кВт – абсолютная погрешность измерения электрической мощности систем освещения общедомовых помещений в номинальном режиме при включенных всех осветительных приборах и выключенных датчиках движения и прочих контроллерах

8.2.8 $\Delta q_{инж}$, $кВт \cdot ч / м^2$ - абсолютная погрешность определения удельного годового потребления электрической энергии, расходуемой на освещение общедомовых помещений , вычисляется по формуле

$$\Delta q_{инж} = \frac{1}{A_h} \Delta W_{инх} \cdot \sum_{i=1}^{m} Z_{инж,i} \cdot K_{c,i}, \tag{8.29}$$

где $\Delta W_{инж}$, кВт – абсолютная погрешность измерения электрической мощности, потребляемой общедомовым инженерным оборудованием при включенных (во время испытаний) системах отопления, вентиляции и горячего водоснабжения.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Указ Президента РФ № 889 от 4 июня 2008 г. О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики

2 Федеральный закон РФ от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации

3 Федеральный закон РФ 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ Технический регламент о безопасности зданий и сооружений

4 Постановление Правительства РФ от 25 января 2011 г. №18 Об утверждении Правил установления требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений и требований к правилам определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов

5 Физические величины: Справочник под ред. И.С.Григорьева, З.Мейлихова// Энергоатомиздат// 1991

6 EN 13790:2008 Energy performance of buildings - Calculation of energy use for space heating and cooling

7 EN 15603:2008 Energy performance of buildings - Overall energy use and definition of energy ratings

8 EN 15265:2008 Energy performance of buildings - Calculation of energy needs for space heating and cooling using dynamic methods - General criteria and validation procedures

9 ISO 7730:2005 Ergonomics of the thermal environment - Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria

10 EN 15217:2007 Energy performance of buildings – Methods for expressing energy performance and for energy certification of buildings

11 Руководство немецкого общества инженеров 4707-1 Лифты. Энергетическая эффективность. Часть 1. 2009

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Пример оформления протокола испытаний по инструментальному определению энергетической эффективности и энергопотребления систем отопления и вентиляции

### Протокол

проведения натурных теплотехнических испытаний по инструментальному определению энергетической эффективности и энергопотребления систем отопления и вентиляции вводимых в эксплуатацию жилых и общественных зданий

№ ____ от «___»_____201_ г.

1. Объект испытаний:

Здание по адресу: _____

Тип здания _____

Типовая серия здания _____

Кол-во секций _____

Кол-во подъездов секции _____

Кол-во этажей _____

Номера квартир-представителей _____

Площадь квартир, $A_h$ _____

Тип вентиляционной системы по способу побуждения движения воздуха:_____

Оснащенность здания общедомовым рекуператором _____

Оснащенность здания поквартирными рекуператорами _____

2. Период проведения испытаний: с «__» _____ по «__» _____ 201___ г.

3. Перечень контрольно измерительной аппаратуры приведен в таблице А.1 протокола испытаний.

4. Схемы расположения контрольно-измерительных приборов, используемых при проведении испытаний, приведены на рисунках ..... в приложении к протоколу испытаний.

5. Результаты фактических измерений количества тепловой энергии, израсходованной зданием на отопление, приведены в таблице А.2 протокола испытаний. На основании этих данных определяется суммарная энергия $Q_{от,изм}, кВт \cdot ч$.

6. Результаты фактических измерений параметров наружного воздуха вблизи здания приведены в таблице А.3 протокола испытаний. На основании этих данных определяются средние значения $t_н^{ср}, {}^0C$ и $\varphi_н^{ср}, {}^0C$.

7. Результаты фактических измерений параметров внутреннего воздуха на выходе вытяжных вентиляционных шахт и на входе квартирных рекуператоров приведены в

таблице А.4 протокола испытаний. На основании этих данных определяются средние значения $t_в^{ср}, {}^0C$ и $\varphi_в^{ср}, {}^0C$.

8. Результаты фактических измерений параметров удаляемого внутреннего воздуха на выходе вытяжных вентиляционных шахт и на выходе квартирных рекуператоров приведены в таблице А.5 приложения к протоколу испытаний. На основании этих данных определяются средние значения $t_в^{удал}, {}^0C$.

9. Результаты фактических измерений параметров массовой влажности внутренних поверхностей ограждающих конструкций здания в начале (конце) измерений приведены в таблице А.6 приложения к протоколу испытаний. На основании этих данных определяются средние значения $\omega_{нач}^{ср},\%$ и $\omega_{кон}^{ср},\%$.

10. На основании полученных в натурных теплотехнических испытаниях данных согласно алгоритма, изложенного в таблице 5.3 вычисляются количество энергии $H_{от,ф}, кВт/{}^0C$, расходуемое зданием на цели отопления и приведенное к градусо-часу периода испытаний.

11. Заключение_____

_____

12. Испытания проводили:

_____ /_____/

Таблица А.1 - Перечень применяемой контрольно-измерительной аппаратуры

| №№ | Наименование прибора | Тип прибора | Заводской номер прибора | Номер свидетельства о поверке | Срок действия | Контролируемый параметр |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |

Таблица А.2 - Пример составления журнала регистрации результатов фактических измерений количества тепловой энергии, израсходованной зданием на отопление

| Время измерения, ч | № счетчика $Q_{от,k}, Гкал$ | № счетчика $Q_{от,k}, Гкал$ | ... |
|---|---|---|---|
| | | | |

Таблица А.3 - Пример составления журнала регистрации результатов фактических измерений параметров наружного воздуха вблизи здания

| Время измерения, ч | № датчика $t_{н,k}, {}^0C$ | ... | №датчика $\varphi_{н,k},\%$ | ... | Скорость ветра $v, м/с$ | Направление ветра |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |

Таблица А.4 - Пример составления журнала регистрации результатов фактических измерений параметров внутреннего воздуха на выходе вытяжных вентиляционных шахт и на входе квартирных рекуператоров

| Время измерения, ч | № датчика $t_{1,k}, {}^0C$ | № датчика $v_{1,k}, м/с$... | ... | №датчика $\varphi_{1,k}, \%$ | ... |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |

Таблица А.5 - Пример составления журнала регистрации результатов фактических измерений параметров удаляемого внутреннего воздуха на выходе вытяжных вентиляционных шахт и на выходе квартирных рекуператоров

| Время измерения, ч | № датчика $t_{1,k}, {}^0C$ | № датчика $v_{1,k}, м/с$... | ... |
|---|---|---|---|
| | | | |

Таблица А.6 - Пример составления журнала регистрации результатов измерений массовой влажности внутренних поверхностей ограждающих конструкций здания в начале (конце) измерений

| № | № датчика $\omega_j, \%$ | № датчика $\omega_j, \%$ | ... |
|---|---|---|---|
| | | | |

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Пример оформления протокола испытаний по инструментальному определению энергетической эффективности и энергоропотребления систем горячего водоснабжения

### Протокол

проведения натурных теплотехнических испытаний по инструментальному определению энергетической эффективности и энергоропотребления систем горячего водоснабжения вводимых в эксплуатацию жилых и общественных зданий

№ ____ от «___»_____201_ г.

1. Объект испытаний (адрес, тип здания, количество секций, подъездов, этажей, площади):_____

2. Период проведения испытаний: с «__» _____ по «__» _____ 201___ г.

3. Перечень контрольно-измерительной аппаратуры приведен в таблице Б.1 протокола испытаний.

4. Схемы расположения контрольно-измерительных приборов, используемых при проведении испытаний, приведены на рисунках ..... в приложении к протоколу испытаний.

5. Зарегистрировать в журнале испытаний начальные показания всех общедомовых приборов учета потребления тепловой и электрической энергии и воды, а также электроэнергии и природного газа (если есть) в квартирах.

6. Результаты испытаний почасовых значений $W_{цир,i}, кВт$ тепловой мощности, затрачиваемой на поддержание требуемой температуры горячей воды, в течение 12 ч второй половины первых суток, заносятся по образцу таблицы Б.2 протокола испытаний. На основании этих данных определяется средняя тепловая мощность, расходуемая на компенсацию тепловых потерь в трубопроводах всей системы ГВС испытываемого здания $W_{цир}, кВт$.

7. Результаты испытаний объемов потребляемой горячей воды $V_{гв,2,i,j}, м^3$ по всем измерениям и водоразборам за вторые сутки, заносятся по образцу таблицы Б.3 протокола испытаний. На основании этих данных определяется количество горячей воды, слитое из системы ГВС $V_{гв,2}, м^3$ .

8. Результаты испытаний объемов потребляемой холодной воды $V_{хв,2,i,j}, м^3$ по всем измерениям и водоразборам за вторые сутки, заносятся по образцу таблицы Б.3 протокола испытаний. На основании этих данных определяется количество горячей воды, слитое из системы ГВС $V_{хв,2}, м^3$ .

9. Результаты испытаний температуры сливаемой горячей воды $t_{слив.2,ij}$ по всем измерениям и водоразборам за вторые сутки, заносятся по образцу таблицы Б.4 протокола испытаний. На основании этих данных определяется усредненная за 2-е сутки испытаний температура сливаемой горячей воды $t^{ср}_{слив,2}$.

10. Результаты испытаний температуры сетевой холодной воды $t_{хв.2,i,j}$ по всем измерениям и водоразборам за вторые сутки, заносятся по образцу таблицы Б.4 протокола испытаний. На основании этих данных определяется усредненная за 2-е сутки испытаний температура сетевой холодной воды $t^{ср}_{хв,2}$.

11. Результаты испытаний температуры горячей воды по всем измерениям и водоразборам за 2-е сутки $t_{гв,2,i,j}$, заносятся по образцу таблицы Б.4 протокола испытаний. На основании этих данных определяется, усредненная за 2-е сутки испытаний температура горячей воды в подающем трубопроводе $t^{ср}_{гв,к}$.

12. Результаты испытаний почасовых значений $Q_{сум,2,i}, кВт$ потребления тепловой энергии, затрачиваемой на поддержание требуемой температуры горячей воды, в течение 2-х суток испытаний, заносятся по образцу таблицы Б.5 протокола испытаний. На основании этих данных определяется, количество тепловой энергии, израсходованное системой ГВС за 2-е сутки испытаний, $Q_{сум,2}, кВт \cdot ч$

13. Вычисляются удельные затраты энергии $\hat{q}_{гв,2}, кВт \cdot ч/(м^3 \cdot {}^0C)$ на нагрев на $1^oC$ 1 $м^3$ холодной сетевой воды для целей горячего водоснабжения, без учета потерь тепловой энергии при циркуляции и в водяных полотенцесушителях.

14. Проводится оценка эффективности общедомовых рекуператоров и утилизаторов теплоты вытяжного воздуха. Производятся контрольные проливы по регламенту (повтор п.п. 7-12), при этом общедомовые рекуператоры и утилизаторы теплоты вытяжного воздуха и других вторичных энергоресурсов, или нетрадиционных источников энергии, используемые для приготовления горячей воды – выключены. Вычисляются удельные затраты энергии $\hat{q}_{гв,3}, кВт \cdot ч/(м^3 \cdot {}^0C)$ на нагрев на $1^oC$ 1 $м^3$ холодной сетевой воды для целей горячего водоснабжения, без учета потерь тепловой энергии при циркуляции и в водяных полотенцесушителях без рекуперации и утилизации ВЭР и нетрадиционных источников энергии.

15. Заключение_____

16. Испытания проводили:

_____ /_____/

Таблица Б.1 - Перечень применяемой контрольно-измерительной аппаратуры

| №№ | Наименование прибора | Тип прибора | Заводской номер прибора | Номер свидетельства о поверке | Срок действия | Контролируемый параметр |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |

Таблица Б.2 - Пример составления журнала регистрации результатов испытаний почасовых значений тепловой мощности, затрачиваемой на поддержание требуемой температуры горячей воды, в течение 12 ч второй половины первых суток

| Время измерения, ч | $W_{цир,i}, кВт$ | $W_{цир,i}, кВт$ | … |
|---|---|---|---|
| | | | |

Таблица Б.3 - Пример составления журнала регистрации результатов испытаний почасовых значений объемов потребляемой горячей воды по всем измерениям и водоразборам за вторые сутки

| Время измерения, ч | $V_{гв,2,1,j}, м^3$ | $V_{гв,2,2,j}, м^3$ | … |
|---|---|---|---|
| | | | |

Таблица Б.4 - Пример составления журнала регистрации результатов испытаний почасовых значений температуры сливаемой горячей воды по всем измерениям и водоразборам за вторые сутки

| Время измерения, ч | $t_{слив.2,1,j}, {}^0C$ | $t_{слив.2,2,j}, {}^0C$ | … |
|---|---|---|---|
| | | | |

Таблица Б.5 - Пример составления журнала регистрации результатов испытаний почасовых значений потребления тепловой энергии, затрачиваемой на поддержание требуемой температуры горячей воды за вторые сутки

| Время измерения, ч | $Q_{сум,2,i}, кВт$ | $Q_{сум,2,i}, кВт$ | … |
|---|---|---|---|
| | | | |

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

Пример оформления протокола испытаний по инструментальному определению энергетической эффективности и фактического электропотребления общедомового инженерного оборудования и систем освещения общедомовых помещений

### Протокол

Проведения натурных теплотехнических испытаний по инструментальному определению энергетической эффективности и фактического электропотребления общедомового инженерного оборудования и систем освещения общедомовых помещений вводимых в эксплуатацию жилых и общественных зданий

№ ____ от «___»_____201_ г.

1. Объект испытаний (адрес, тип здания, количество секций, подъездов, этажей, площади):_____

2. Период проведения испытаний: с «__» _____ по «__» _____ 201___ г.

3. Перечень контрольно-измерительной аппаратуры приведен в таблице В.1 протокола испытаний.

4. Схемы расположения контрольно-измерительных приборов, используемых при проведении испытаний, приведены на рисунках ..... в приложении к протоколу испытаний.

5. Результаты измерений результатов измерений электропотребления лифтовой установки в режиме ожидания заносятся в таблицу по образцу таблицы В.2 протокола испытаний. На основании этих данных определяется средняя потребляемая мощность лифтовой установки в режиме ожидания $W_{лифт,ож}, кВт$.

6. Результаты измерений результатов измерений электропотребления лифтовой установки в режиме движения заносятся по образцу таблицы В.3 протокола испытаний. На основании этих данных определяется средняя потребляемая мощность лифтовой установки в режиме движения $W_{лифт,дв}, кВт$.

7. Вычисляется по формуле (7.5) удельное годовое электропотребление лифтовой установки $q_{лифт}, кВт \cdot ч / м^2$.

8. По формуле (7.6) вычисляется удельное годовое потребление электрической энергии, расходуемой на освещение общедомовых помещений $q_{осв}, кВт \cdot ч / м^2$.

9. По формуле (7.7) вычисляются удельные годовые затраты электрической энергии на привод общедомового инженерного оборудования $q_{инж}, кВт \cdot ч / м^2$.

9. Вычисляется по формуле (7.8) годовое удельное потребление электрической энергии $q_{эл}, кВт \cdot ч / м^2$, расходуемой на общедомовое инженерное оборудование и системы освещения общедомовых помещений.

10. Заключение_____

11. Испытания проводили:

_____ /_____/

Таблица В.1 - Перечень применяемой контрольно-измерительной аппаратуры

| №№ | Наименование прибора | Тип прибора | Заводской номер прибора | Номер свидетельства о поверке | Срок действия | Контролируемый параметр |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |

Таблица В.2 - Пример составления журнала регистрации результатов измерений электропотребления лифтовой установки в режиме ожидания

| № измерения | Измеренные значения $Q^{факт}_{лифт,ож}, кВт \cdot ч$ | Измеренные значения $W^{факт}_{лифт,ож,i}, кВт$ | Средняя мощность в режиме ожидания $W_{лифт,ож}, кВт$ |
|---|---|---|---|
| 1 | | | по формуле (7.1) или (7.2) |
| … | | | |
| n | | | |

Таблица В.3 - Пример составления журнала регистрации результатов измерений электропотребления лифтовой установки в режиме движения

| № лифта | Измеренные значения $Q_{дв,i}$, кВт.ч | Кол-во базовых циклов | Время испытания, $t_i$, ч | Электропотребление за n-базовых циклов $Q_{дв}$, кВт.ч | Средняя мощность в режиме движения $W_{лифт,дв}$, кВт |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | 10 | | по формуле (7.3) | по формуле (7.4) |
| … | | 10 | | | |
| n | | 10 | | | |
| Сумма | | - | | | |

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

**Пример обработки результатов натурных испытаний по инструментальному определению энергетической эффективности и энергопотребления системы отопления и вентиляции здания**

Натурные теплотехнические испытания в рамках данной методики, проводились с 7 по 16 марта 2013 г., на 17-ти этажном 5-ти секционном жилом доме типовой серии П44К/17, вводимом в эксплуатацию по адресу: Люберецкие поля аэрации, 5 корпус Фрагмент журнала регистрации результатов измерений тепловой энергии, фактически израсходованной зданием на цели отопления, приведен в виде EXEL-таблицы Г.1.

Таблица Г.1 - Фрагмент журнала регистрации результатов фактических измерений количества тепловой энергии , израсходованной зданием на отопление за период испытаний с 7.03 по 16.03.13, вычислитель ТС-300-2-2-2 №123182

| Время измерения | | Qот,Гкал | Qот,кВТч |
|---|---|---|---|
| 07.02.2013 | 1:00 | 0.4189 | 487.1807 |
| | 2:00 | 0.4155 | 483.2653 |
| | 3:00 | 0.4112 | 478.1868 |
| | 4:00 | 0.4094 | 476.0934 |
| | 5:00 | 0.4093 | 476.0547 |
| | 6:00 | 0.3931 | 457.1365 |
| | 7:00 | 0.3935 | 457.6405 |
| | 8:00 | 0.3933 | 457.3691 |
| | 9:00 | 0.3895 | 452.9885 |
| | 10:00 | 0.3886 | 451.9030 |
| | 11:00 | 0.3882 | 451.5154 |
| | 12:00 | 0.3843 | 446.9021 |
| | 13:00 | 0.3786 | 440.2730 |
| | 14:00 | 0.3758 | 437.0554 |
| | 15:00 | 0.3704 | 430.7752 |
| | 16:00 | 0.3655 | 425.0765 |
| | 17:00 | 0.3663 | 426.0457 |
| | 18:00 | 0.3688 | 428.9532 |
| | 19:00 | 0.3705 | 430.9303 |
| | 20:00 | 0.3658 | 425.3866 |
| | 21:00 | 0.3627 | 421.7813 |
| | 22:00 | 0.3779 | 439.4977 |
| | 23:00 | 0.3807 | 442.7153 |
| | 24:00:00 | 0.3858 | 448.6854 |
| 08.02.2013 | 1:00 | 0.3777 | 439.3039 |
| ... | | | |
| сумма | | 93.01 | 108170 |
| среднее | | 0.388 | 451 |

Результаты измерений температуры и влажности наружного и внутреннего воздуха так же оформляются в виде журнала измерений (Приложения Б и В).

Величина количества энергии, израсходованная зданием за период испытаний на цели отопления, отнесенная к градусо-часу периода испытаний:

$$H_{от,изм} = \frac{Q_{от,изм}}{D_z} = \frac{108170}{6933} = 15{,}60 \cdot кВт/^0C$$

Удельная тепловая энергия за отопительный период:

$$q_{от,1} = H_{от,изм} \frac{D_h}{A_h} = 15{,}60 \frac{214 \cdot 24 \cdot 23{,}1}{15560} = 119 \cdot кВт \cdot ч / м^2,$$

где $D_h = (t_в - t_{от}) \cdot \tau_h = (20 - (-3{,}1)) \cdot 214 \cdot 24 = 118642 \cdot ч$ - градусо-часы нормативного отопительного периода; $A_h = 15560 \cdot м^2$ - площадь квартир.

В данном прогнозе величины затрат удельной энергии на отопление за год по данным, полученным за период испытаний, не учитывается влияние аккумуляционной составляющей тепловой энергии, которая накапливается в наружных ограждающих конструкциях за период испытаний, а также влияние доли тепловой энергии, которая уходит на процесс сушки влаги, накопившейся в ограждающих конструкций здания в процессе его строительства. В разработанной методике данные факторы учитываются.

Линейная аппроксимация зависимости почасовых значений данных тепловой энергии от разности температур внутреннего и наружного воздуха, проведенная методом наименьших квадратов, дает: $Q_{от,k} = 5{,}8 \cdot (t_в - t_{н,k}) + 283$. Величина полученного коэффициента линейной регрессии $a_1 = 5{,}8 \cdot кВт/^0C$ отличается от величины $H_{от,изм} = 15{,}6 \cdot кВт/^0C$ практически в три раза из-за большого разброса данных (коэффициент корреляции $r = 0{,}55$) на относительно небольшом интервале времени периода испытаний, и поэтому такой метод не позволяет экстраполировать результаты на весь отопительный период.

В таблице Г.2 приведены результаты натурных испытаний, полученные в рамках предлагаемой методики, для жилого дома типовой серии П44К/17, вводимого в эксплуатацию по адресу: Люберецкие поля аэрации, корпус 5.

Таблица Г.2 - Результаты натурных испытаний по инструментальному определению энергетической эффективности и энергопотребления системы отопления и вентиляции жилого дома типовой серии П44К/17, Люберецкие поля аэрации, 5 корпус, с 7 по 16 марта 2013 г.

| № | Показатель | Обозначение, размерность | Фактические значения | Формула для расчета |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Продолжительность периода испытания | $^{z}$z, сут<br>$\tau_z$, ч | 10<br>240 | $\tau_z$=24z |
| 2 | Количество энергии, фактически израсходованное зданием на цели отопления за период испытаний | $Q_{от,изм}$, $кВт \cdot ч$ | 108<br>$\cdot 10^3$ | по результатам фактических измерений за период испытаний $\tau_z$ |
| 3 | Средняя за период испытаний температура наружного воздуха | $t_н^{ср}$, $^oC$ | $-5,9$ | определяется по результатам испытаний $t_н^{ср} = \frac{1}{\tau_z}\sum_{k=1}^{\tau_z} t_{н,k}$ формула (5.11) |
| 4 | Средняя за период испытаний относительная влажность наружного воздуха | $\varphi_н^{ср}$, % | 68 | определяется по результатам испытаний $\varphi_н^{ср} = \frac{1}{\tau_z}\sum_{k=1}^{\tau_z} \varphi_{н,k}$ |
| 5 | Средняя за период испытаний температура внутреннего воздуха в отапливаемом здании | $t_в^{ср}$, $^0C$ | 23 | определяется по результатам измерений $t_в^{ср} = \frac{\sum_{k=1}^{\tau_z}(\sum_{i=1}^{n} V_{вент,i,k} t_{i,k})}{\sum_{k=1}^{\tau_z}(\sum_{i=1}^{n} V_{вент,i,k})}$ формула (5.12) |
| 6 | Средняя за период испытаний температура удаляемого внутреннего воздуха в отапливаемом здании | $t_{удал}^{ср}$, $^\circ C$ | - | определяется по результатам измерений $t_{удал}^{ср} = \frac{\sum_{k=1}^{\tau_z}(\sum_{i=1}^{n} V_{вент,i,k} t_{i,k}^{вых})}{\sum_{k=1}^{\tau_z}(\sum_{i=1}^{n} V_{вент,i,k})}$ формула (5.14) |
| 7 | Средняя за период испытаний относительная влажность внутреннего воздуха в отапливаемом здании | $\varphi_в^{ср}$, % | 27 | определяется по результатам испытаний $\varphi_в^{ср} = \frac{1}{\tau_z}\sum_{k=1}^{\tau_z} \varphi_{в,k}$ |
| 8 | Массовая влажность внутренних поверхностей ограждающих конструкций здания в начале испытаний | $\omega_{нач}^{ср}$, % | 2,12 | определяется по результатам испытаний, усреднением по не менее, чем 5 точкам в каждой квартире – представителе |
| 9 | Массовая влажность внутренних поверхностей ограждающих конструкций здания в конце испытаний | $\omega_{кон}^{ср}$, % | 2,11 | определяется по результатам испытаний, усреднением по не менее, чем 5 точкам в каждой квартире – представителе |
| 10 | Количество приточного воздуха, нагретого системой отопления здания и удаляемого через общедомовые вытяжные вентиляционные шахты и шахты дымоудаления, за период испытаний | $V^h{}_{вент}$, $м^3$ | 5,34<br>$\cdot 10^6$ | $V^h{}_{вент} = 3600 \cdot \tau_z \cdot \sum_{i=1}^{m} A_i \cdot \mathrm{v}_i$, формула (5.15) |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 11 | Суммарное по квартирам (помещениям)- представителям количество вытяжного воздуха, удаляемого квартирными (локальными) устройствами рекуперации и/или утилизации за период испытаний | $V_{кв}^{пред}$, $м^3$ | | $V_{кв}^{пред} = 3600 \cdot \tau_z \cdot \sum_{i=1}^{n} A_i \cdot \mathrm{v}_i$ формула (5.17) |
| 12 | Градусо-часы периода испытаний | $D_z$, $^0C \cdot ч$ | 6933 | $D_z = (t_в^{ср} - t_н^{ср}) \cdot \tau_z$, где величины в правой части определяются в соответствии со строками 1,3,5; формула (5.10) |
| 13 | Удельная теплоемкость воздуха | $c_a$, кДж/кг /°С | 1,0 | определяется по справочным данным [6] |
| 14 | Плотность внутреннего воздуха при температуре $t_в^{ср}, ^0C$. | $\rho_a$, $кг/м^3$ | 1,2 | определяется по формуле $\rho_a = \frac{353}{273 + t_в^{ср}}$ |
| 15 | Площадь квартир или помещений здания | $A_h, м^2$ | 15,56 $\cdot 10^3$ | определяется по данным проекта здания |
| 16 | Площадь квартир-представителей | $A_{кв}^{пред}$, $м^2$ | | определяется по данным измерений или из проекта здания |
| 17 | Количество приточного воздуха, нагретого системой отопления здания за период испытаний и удаляемого через квартирные (локальные) устройства рекуперации и утилизации в пересчете на все здание | $V_{вент}^{кв}$, $м^3$ | | определяется по результатам измерений $V_{вент}^{кв} = V_{кв}^{пред} \cdot \frac{A_h}{A_{кв}^{пред}}$ формулы (5.16), (5.17) |
| 18 | Количество энергии, израсходованное на подогрев приточного воздуха, нагретого системой отопления за период испытаний**) ***) | $Q_{вент,изм}$, $кВт \cdot ч$ | 51,05 $\cdot 10^3$ | $Q_{вент,изм} = \frac{c_a \cdot \rho_a \cdot (V_{вент}^h + V_{вент}^{кв})}{3600}(t_{удал}^{ср} - t_н^{ср})$ формула (5.13) |
| 19 | Количество энергии, израсходованное зданием за период испытаний на нагрев приточного и/или инфильтрующегося воздуха, отнесенное к градусо-часу периода испытаний | $H_{вент,изм}$, $кВт/^oC$ | 7,09 | $H_{вент,изм} = \frac{Q_{вент,изм}}{D_z}$ формула (5.7) |
| 20 | Поправочный коэффициент, учитывающий расход тепловой энергии, связанной с теплоаккумуляционной способностью ограждающих конструкций здания | $\beta_{акк}$ | 0,03 | из таблицы 1.1 или по формуле (5.21) |
| 21 | Поправочный коэффициент, учитывающий затраты тепловой энергии, связанной с сушкой ограждающих конструкций и отделочных материалов | $\beta_{суш}$ | 0,003 | из таблицы 1.2 или по формуле (5.19) |
| 22 | Количество энергии, израсходованное зданием за период испытаний на цели отопления, отнесенное к градусо-часу периода испытаний | $H_{от,изм}$, $кВт/^oC$ | 15,6 | $H_{от,изм} = \frac{Q_{от,изм}}{D_z}$ формула (5.6) $Q_{от,изм}$ - из п.2 данной таблицы |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 23 | Количество энергии, полученное зданием за счет солнечной радиации за период испытаний | $Q_{рад,изм}$, $кВт \cdot ч$ | - | $Q_{рад,изм} = \tau_F \cdot k_F \cdot A_F \cdot I^{ср}_{F,изм}$ - где $I^{ср}_{F,изм}$ - измеренная величина интенсивности солнечной радиации через светопрозрачные конструкции здания; формула (5.18) |
| 24 | Количество энергии, получаемое зданием в результате воздействия солнечной радиации, отнесенное к градусо-часу от периода испытаний | $H_{рад,изм}$, $кВт/^oC$ | - | $H_{рад,изм} = \frac{Q_{рад,изм}}{D_z}$ формула (5.8) |
| 25 | Количество энергии, расходуемое зданием на компенсацию тепловых потерь через ограждающие конструкции (трансмиссионные потери), отнесенное к градусо-часу периода испытаний | $H_{тр,ф}$, $кВт/^oC$ | 8,26 | $H_{тр,ф} = \frac{H_{от,ф} - H_{вент,ф} + H_{рад,ф}}{1 + \beta_{акк} + \beta_{суш}}$ формула (5.5); величины в правой части выражения из п.19-24 данной таблицы |
| 26 | Количество энергии, расходуемое зданием на цели отопления, приведенное к градусо-часу периода испытаний | $H_{от,ф}$, $кВт/^oC$ | 15,35 | $H_{от,ф} = H_{тр,ф} + H_{вент,изм}$ формула (5.9) |

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

### Коэффициенты сушки и аккумуляции

Д.1.Коэффициент сушки определяется из отношения:

$$\beta_{суш} = \frac{Q_{суш}}{Q_{тр}}, \qquad (Д.1)$$

Величина трансмиссионных энергетических потерь $Q_{тр}, кВт \cdot ч$ может быть определена по формуле

$$Q_{тр} = (\frac{A_W}{R_W^{пр}} + \frac{A_F}{R_F}) \cdot (t_в^{ср} - t_н^{ср}) \cdot \tau_z, \qquad (Д.2)$$

Используемые обозначения величин, указаны в 5 разделе данной методики. В формуле (А.2) учтены основные составляющие потерь: через стены и светопрозрачные конструкции. При необходимости, можно включить и потери через чердачные и цокольные перекрытия, перекрытия над проездами и другие.

Испытания проводятся в отопительный период и тепловая энергия затрачивается на сушку, главным образом, внутренних слоев ограждающих конструкций здания, поэтому расход тепловой энергии $Q_{суш}, кВт \cdot ч$, можно оценить из соотношения:

$$Q_{суш} = \rho_в \cdot d_в \cdot \Delta\omega_в \cdot \Delta E_L \cdot A_W, \qquad (Д.3)$$

В итоге

$$\beta_{суш} = \frac{\Delta\omega_в \cdot \rho_в \cdot d_в \cdot R_{W.} \cdot \Delta E_L}{\tau_z \cdot (t_в^{ср} - t_н^{ср})} \cdot \frac{A_W}{R_W \cdot (\frac{A_W}{rR_W} + \frac{A_F}{R_F})} = \frac{\Delta\omega_в \cdot \rho_в \cdot d_в \cdot R_{W.} \cdot \Delta E_L}{\tau_z \cdot (t_в^{ср} - t_н^{ср})} \cdot \frac{r \cdot (1-f) \cdot R_F}{[(1-f) \cdot R_F + r \cdot f \cdot R_W]} \qquad (Д.4)$$

Д.2. Коэффициент аккумуляции определяется из отношения:

$$\beta_{акк} = \frac{Q_{акк}}{Q_{тр}} \qquad (Д.5)$$

Тепловая энергия $Q_{акк}$, аккумулируемая в стенах, может быть получена из предположения о протекании квазистационарного режима в стенах:

$$Q_{акк} = \frac{A_W}{3{,}6} \sum_{i=1}^{L} c_i \cdot \rho_i \cdot d_i \cdot \Delta t_i^{ср}, \qquad (Д.6)$$

где $\Delta t_i^{ср} = \Delta t_н \cdot k_i$ - среднее изменение температуры i-го слоя, при изменении температуры наружного воздуха на величину $\Delta t_н = t_{н,z} - t_{н,1}$ .

Безразмерный коэффициент $k_i$ равен:

$$k_i = \frac{1}{R_W}\left(\frac{1}{\alpha_в} + \sum_{j=1}^{i-1}\frac{d_j}{\lambda_j} + \frac{d_i}{2\lambda_i}\right), \qquad (Д.7)$$

В итоге:

$$\beta_{акк} = [c_1 \cdot \rho_1 \cdot d_1 \cdot (R_W - \frac{d_1}{2\lambda_1} - \frac{1}{\alpha_н}) + c_2 \cdot \rho_2 \cdot d_2 \cdot (R_W - \frac{d_1}{\lambda_1} - \frac{d_2}{2\lambda_2} - \frac{1}{\alpha_н}) + \ldots +$$
$$+ c_L \rho_L d_L (\frac{1}{\alpha_в} + \frac{d_L}{2\lambda_L})]\frac{1}{3{,}6 \cdot \tau_z} \cdot \frac{(t_{н,z} - t_{н,1})}{(t_в^{ср} - t_н^{ср})} \cdot \frac{r \cdot (1-f) \cdot R_F}{[(1-f) \cdot R_F + r \cdot f \cdot R_W]} \qquad (Д.8)$$

Коэффициент аккумуляции можно представить в виде:

$$\beta_{акк} = \beta_M \cdot \beta_T \cdot \beta_R, \qquad (Д.9)$$

Безразмерный коэффициент $\beta_M$ зависит от свойств материалов ограждающей конструкции и времени испытания $\tau_z$:

$$\beta_M = \frac{1}{3{,}6 \cdot \tau_z}[c_L \rho_L d_L (\frac{1}{\alpha_в} + \frac{d_L}{2\lambda_L}) + c_{L-1} \rho_{L-1} d_{L-1} (\frac{1}{\alpha_в} + \frac{d_L}{\lambda_L} + \frac{d_{L-1}}{2\lambda_{L-1}}) + \ldots +$$
$$+ c_1 \rho_1 d_1 (\frac{1}{\alpha_в} + \frac{d_L}{\lambda_L} + \frac{d_{L-1}}{\lambda_{L-1}} + \ldots + \frac{d_1}{2\lambda_1})] \qquad (Д.10)$$

В случае, когда первый слой ограждающей конструкции не является утеплителем, тогда коэффициент $\beta_M$ можно оценить из выражения:

$$\beta_M \approx \frac{c_1 \rho_1 d_1}{3{,}6 \cdot \tau_z}(R_W - \frac{d_1}{2 \cdot \lambda_1} - \frac{1}{\alpha_н}) \qquad (Д.11)$$

Безразмерный коэффициент $\beta_T$ определяется отношением разности измеренных температур наружного воздуха $\Delta t_н = t_{н,z} - t_{н,1}$, к разности средних температур внутреннего и наружного $t_в^{ср}, t_н^{ср}$ воздуха за период испытаний:

$$\beta_T = \frac{\Delta t_н}{(t_в^{ср} - t_н^{ср})} \qquad (Д.12)$$

Безразмерный коэффициент $\beta_R$ определяется из соотношения:

$$\beta_R = \frac{A_W}{R_W \cdot (\frac{A_W}{r R_W} + \frac{A_F}{R_F})} = \frac{r \cdot (1-f) \cdot R_F}{(1-f) \cdot R_F + r \cdot f \cdot R_W}, \qquad (Д.13)$$

где $f = A_W /(A_W + A_F)$ - коэффициент остекленности здания.

В итоге:

$$\beta_{акк} = \frac{c_1 \rho_1 d_1 R_W}{3{,}6 \cdot \tau_z} \cdot \frac{(T_{н,z} - T_{н,1})}{(T_в^{ср} - T_н^{ср})} \cdot \frac{r \cdot (1-f) \cdot R_F}{[(1-f) \cdot R_F + r \cdot f \cdot R_W]} \qquad (Д.14)$$

Значения коэффициентов сушки $\beta_{сущ}$ и аккумуляции $\beta_{акк}$ (таблицы 5.2 и 5.2) получены с характеристиками материалов, представленными таблице Д.1.

Таблица Д.1 - Характеристики некоторых материалов

| Материал | $c, кДж/(кг \cdot {}^0C)$ | $\rho, кг/м^3$ | $\lambda, Вт/(м \cdot {}^0C)$ |
|---|---|---|---|
| Бетон | 0,84 | 2500 | 2,04 |
| Пенополистирол | 1,34 | 20 | 0,04 |
| Минвата | 0,84 | 100 | 0,05 |
| Газобетон | 0,84 | 500 | 0,2 |
| Кирпич | 0,84 | 1800 | 0,7 |

Д.3. Уравнение баланса энергии за период испытаний для заселенного дома с учетом процессов аккумуляции и сушки ограждающих конструкций:

$$Q_{от,изм} = [Q_{вент,изм} + Q_{тр} \cdot (1 + \beta_\Sigma) - (Q_{быт} + Q_{рад,изм}) \cdot \nu \cdot \zeta] \cdot \beta_h \qquad (Д.15)$$

где $\beta_\Sigma = \beta_{сущ} + \beta_{акк}$.

Из уравнения (Д.15) получим:

$$H_{тр,ф} = \frac{Q_{тр}}{D_z} = \frac{1}{(1+\beta_\Sigma) \cdot D_z} [\frac{Q_{от,изм}}{\beta_h} - Q_{вент,изм} + \nu \cdot \zeta \cdot (Q_{быт} + Q_{рад,изм})] \qquad (Д.16)$$

где $D_z = (t_в^{ср} - t_н^{ср}) \cdot \tau_z$ - градусо-часы периода испытаний.

Поскольку величина $H_{тр,ф}$ определяется теплотехническими свойствами ограждающих конструкции здания, то $H_{тр,ф} = H_{тр}^{год}$

Уравнение баланса энергии за отопительный период:

$$\begin{aligned} Q_{от}^{год} &= [H_{тр,ф} \cdot D_h + Q_{вент}^{год} - (Q_{быт}^{год} + Q_{рад}^{год}) \cdot \nu \cdot \zeta] \cdot \beta_h = \\ &= Q_{от,изм} \frac{D_h}{D_z \cdot (1+\beta_\Sigma)} + \Delta Q_{вент} - \Delta Q_{быт} - \Delta Q_{рад} \end{aligned} \qquad (Д17)$$

Уравнение (8.1) можно записать в виде:

$$q_{от} = \frac{Q_{от,изм} \cdot D_h}{A_h \cdot D_z \cdot (1+\beta_\Sigma)} + \Delta q_{вент} - \Delta q_{быт} - \Delta q_{рад} \qquad (Д.18)$$

где поправки

$$\Delta q_{вент} = \frac{\beta_h \cdot c_a \cdot \rho_a \cdot D_h}{3600 A_h} \cdot [L_{вент} - \frac{(V^h_{вент} + V^{кв}_{вент})}{\tau_z \cdot (1+\beta_\Sigma)}];$$

$$\Delta q_{быт} = \nu \cdot \zeta \cdot \beta_h \cdot q_{быт} \cdot (1 - \frac{\tau_z \cdot D_h}{\tau_h \cdot D_z (1+\beta_\Sigma)});$$

$$\Delta q_{рад} = \nu \cdot \zeta \cdot \beta_h \cdot q_{рад} \cdot (1 - \frac{I^{ср}_{F,изм} \cdot D_h}{I^{ср}_S \cdot D_z \cdot (1+\beta_\Sigma)});$$

$D_h = (t_в - t^{ср}_{от}) \cdot \tau_h$ - градусо-часы отопительного периода;

$$q_{быт} = q_{\text{int}} \cdot 10^{-3} \cdot \tau_h \cdot A_r / A_h; \quad q_{рад} = \tau_F \cdot g_F \cdot I^{ср}_S \cdot A_F / A_h.$$

## ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Пример обработки результатов натурных испытаний по инструментальному определению энергетической эффективности и энергопотребления систем горячего водоснабжения здания

Натурные испытания по экспериментальному определению энергопотребления систем горячего водоснабжения проводились с 8-10.02.2013 г. на многоквартирном 17-ти этажном жилом доме серии 111, по адресу: ул. Академика Анохина, дом 62.

Данные натурных испытаний по инструментальному определению энергопотребления систем горячего водоснабжения зданий сведены в таблицу Е.2, сравнение результатов двух периодов испытаний, - в таблице Е.1.

Удельное потребление энергии здания на горячее водоснабжение по данным, полученным в период с 8-10.02.2013 г.:

$$q_{ГВС} = [24W_{цир} + \hat{q}_{гв,2}(t_{гв}^{норм} - t_{хв}^{норм}) \cdot V_{гв}^{норм} \cdot m_{ж}] \frac{365}{A_h} \cdot \xi_{ГВС} =$$

$$[24 \cdot 47 + 0{,}82 \cdot (60 - 5) \cdot 105 \cdot 292] \cdot \frac{365}{6582} \cdot 0{,}9 = 69 \cdot \frac{кВт \cdot ч}{м^2}$$

Таблица Е.1 - Результаты 2-х периодов натурных испытаний по инструментальному определению энергопотребления систем горячего водоснабжения зданий

| Период испытаний | $Q_{сум,2}$, $кВт \cdot ч$ | $W_{цир}$, $кВт$ | $V_{гв,2}$, $м^3$ | $t_{гв,2}^{ср} - t_{хв,2}^{ср}$ | $\hat{q}_{гв,2}$, $кВт \cdot ч / (м^3 \cdot {}^0C)$ | $\hat{q}_{ГВС}$, $кВт \cdot ч / м^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 8.02 - 10.02.13 | 2035 | 47 | 18,5 | 59,9 | 0,82 | 69 |
| 16.02 -18.02.13 | 2233 | 43 | 21,6 | 60,2 | 0,92 | 77,5 |

Таблица Е.2 - Данные натурных испытаний 8.02 - 10.02.13 г. по инструментальному определению энергопотребления систем горячего водоснабжения зданий

| № | Показатель | Обозначение, размерность | Фактическое значение | Формула для расчета |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Количество водоразборов, участвующих в сливе горячей воды в течение 2-х суток | $n_2$ | 6 | принимается в соответствии с требованиями п. 6.1.11 |
| 2 | Число измерений значений температуры и объемов горячей и холодной воды во время проливов горячей воды в течение 2-х суток | $m_2$ | 9 | принимается в соответствии с требованиями п. 6.1.11 |
| 3 | Количество горячей воды, слитое из системы ГВС во время контрольных проливов (2-е сутки испытаний) по результатам счетчиков расходов горячей воды, установленных в квартирах | $V_{гв,2}$, м$^3$ | 18,5 | определяется по результатам испытаний $V_{гв,2} = \sum_{i=1}^{m_2} \sum_{j=1}^{n_2} V_{гв,2,i,j}$, значения $n_2$ и $m_2$ из строк 1 – 2 настоящей таблицы |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 4 | Количество холодной воды, слитое из системы холодного водоснабжения во время контрольных проливов (2-ые сутки испытаний) по результатам счетчиков расходов холодной воды, установленных в квартирах | $V_{хв,2}$, м$^3$ | 19,0 | определяется по результатам испытаний $V_{хв,2} = \sum_{i=1}^{m_2}\sum_{j=1}^{n_2} V_{хв,2,i,j}$ значения $n_2$ и $m_2$ из строк 1 - 2 настоящей таблицы |
| 7 | Усредненная за 2-е сутки испытаний и по местам водоразборов температура сливаемой горячей воды | $t^{ср}_{слив,2}$, °С | 42 | определяется по результатам испытаний $t^{ср}_{слив,2} = \frac{\sum_{i=1}^{m_2}\sum_{j=1}^{n_2}(V_{гв,2,ij} + V_{хв,2,ij})\cdot t_{слив,2,ij}}{(V_{гв,2} + V_{хв,2})}$. значения $n_2$ и $m_2$, $V_{гв,2}$, $V_{хв,2}$ из строк 1 – 4 настоящей таблицы |
| 8 | Усредненная за 2-е сутки испытаний, температура сетевой холодной воды | $t^{ср}_{хв,2}$, °С | 2,9 | определяется по результатам испытаний $t^{ср}_{хв,2} = \frac{1}{V_{хв,2}}\sum_{i=1}^{m_2}\sum_{j=1}^{n_2} V_{хв,2,ij} t_{хв,2,ij}$, значения $n_2$, $m_2$ и $V_{хв,2}$ из строк 1 – 2, 4 настоящей таблицы |
| 9 | Усредненная за 2-е сутки испытаний, и по местам водоразборов температура горячей воды в подающем трубопроводе вблизи водоразборов | $t^{ср}_{гв,2}$, °С | 62,8 | определяется по результатам испытаний $t^{ср}_{гв,2} = \frac{1}{V_{гв,2}}\sum_{i=1}^{m_2}\sum_{j=1}^{n_2} V_{гв,2,ij} t_{гв,2,ij}$, значения $n_2$, $m_2$ и $V_{гв,2}$ из строк 1 –2, 3 настоящей таблицы |
| 10 | Усредненная за вторую половину первых суток испытаний (12 ч) тепловая мощность, расходуемая на компенсацию тепловых потерь в трубопроводах всей системы ГВС испытываемого здания и в полотенцесушителях | $W_{цир}$, кВт | 47,0 | определяется по результатам испытаний $W_{цир} = \frac{1}{12}\sum_{i=1}^{12} W_{цир,i}$ усреднением почасовых значений $W_{цир,i}$ тепловой мощности, затрачиваемой на поддержание требуемой температуры горячей воды, в течение 12 ч второй половины суток |
| 11 | Количество тепловой энергии, израсходованное системой ГВС испытываемого здания за 2-е сутки испытаний, включая потери тепла при циркуляции и в полотенцесушителях | $Q_{сум,2}$, кВтч | 2035 | определяется по результатам испытаний $Q_{сум,2} = \sum_{i=1}^{24} Q_{сум,2,i}$ суммированием почасовых значений $Q_{сум,2,i}$ потребления тепловой энергии, затрачиваемой на поддержание требуемой температуры горячей воды, в течение 2-х суток |
| 12 | Удельные затраты энергии на нагрев на 1°С 1 м$^3$ холодной сетевой воды для целей горячего водоснабжения, без учета потерь тепловой энергии при циркуляции и в водяных полотенцесушителях, за 2-ые сутки испытаний | $\hat{q}_{гв,2}$, $кВт\cdot ч/(м^3$ | 0,82 | $\hat{q}_{гв,2} = \frac{Q_{сум,2} - 24\cdot W_{цир}}{V_{гв,2}\cdot(t^{ср}_{гв,2} - t^{ср}_{хв,2})}$, величины в правой части определяются строками 10, 11, 3, 8, 9 настоящей таблицы |

# ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Пример обработки результатов натурных теплотехнических испытаний по инструментальному определению энергетической эффективности и фактического электропотребления общедомового инженерного оборудования и систем освещения общедомовых помещений

Измерения проводились на 17 этажном многоквартирном доме типовой серии 111 по адресу: г. Москва, ул. Академика Анохина, дом 62. Площадь квартир составляет 6545,21 м$^2$, расчетное количество жителей - 292 человека.

На основании имеющихся экспериментальных данных с 20.02.2013 г. по 30.06.2013 г. с электросчетчиков Меркурий-230, осуществляющих раздельный учет электропотребления на квартиры, освещение общедомовых помещений и лифтовую установку, согласно разработанной Методики, проведем расчет удельного потребления электрической энергии, расходуемой на общедомовое инженерное оборудование и системы освещения общедомовых помещений, приведенное к 1 м$^2$ площади квартир - $q_{эл}$ кВт·ч/м$^2$ в год.

Расчет проводится по формуле (7.10)

$$q_{эл} = q_{лифт} + q_{осв} + q_{инж}$$

Удельное годовое электропотребление лифтовой установки $q_{лифт}, кВт \cdot ч / м^2$ определяется по формуле (7.5)

$$q_{лифт} = \frac{365}{A_h} \cdot \left[ (24 - \tau_{дв}) \cdot W_{лифт,ож} + \tau_{дв} \cdot K_c \cdot W_{лифт,дв} \right] =$$

$$= \frac{365}{6545,21} \cdot [(24 - 7) \cdot 1,5 + 7 \cdot 1 \cdot 4,5] = 3,2 \quad ,$$

где $K_c$ – коэффициент спроса принимаем равным 1;

$\tau_{дв}, ч$ – время нахождения лифта в движении в течение суток (в среднем за 4 месяца наблюдений) составляет 7 ч;

$W_{лифт,ож}, кВт$ – потребляемая мощность лифтовой установки в режиме ожидания составляет 1,5 кВт;

$W_{лифт,дв}, кВт$ – потребляемая мощность лифтовой установки в режиме движения, составляет 4,5 кВт;

$A_h, м^2$ – площадь квартир жилого дома 6545,21 м$^2$.

Подставив измеренные значения в формулу (7.5), получим $q_{лифт}, кВт \cdot ч / м^2 = 3,2$.

Удельное годовое потребление электрической энергии, расходуемой на освещение общедомовых помещений $q_{осв}, кВт \cdot ч / м^2$, определяется по формуле (7.6)

$$q_{осв} = \frac{1}{A_h} \sum_{i=1}^{m} W_{осв,i} \cdot Z_{осв,i} = \frac{1}{6545{,}21} \cdot 5{,}63 \cdot 3407 = 2{,}9,$$

где $W_{осв,i}, кВт$ - номинальная электрическая мощность системы освещения общедомовых помещений составляет 5,63 кВт;

$Z_{осв,i}, ч$– годовое число часов использования установленной мощности электрооборудования системы освещения помещения(ий) принимается как среднее значение из годового число часов использования максимума осветительной нагрузки для лестничных клеток, вестибюлей и лифтовых холлов для помещений с естественным освещением по таблице 7.6 и составляет 3407 ч;

$A_h, м^2$ – площадь квартир жилого дома 6545,21 м$^2$.

Подставив измеренные значения в формулу (7.6), получим $q_{осв}, кВт \cdot ч / м^2 = 2{,}9$.

Удельные годовые затраты электрической энергии на привод общедомового инженерного оборудования жилых и общественных зданий $q_{инж}, кВт \cdot ч / м^2$ для данного дома отсутствуют и принимаются равными 0.

Подставив полученные значения $q_{лифт}, кВт \cdot ч / м^2$, $q_{осв}, кВт \cdot ч / м^2$ и $q_{инж}, кВт \cdot ч / м^2$ в формулу (7.10) получим приведенное к 1 м$^2$ площади квартир удельное потребление электрической энергии, расходуемой на общедомовое инженерное оборудование и системы освещения общедомовых помещений, равное 6,1 кВт.ч/м$^2$.

Расчетные значения сводим в таблицу Ж.1.

Таблица Ж.1 - Результаты натурных испытаний по инструментальному определению энергетической эффективности и фактического электропотребления общедомового инженерного оборудования и систем освещения общедомовых помещений вводимых в эксплуатацию жилых и общественных зданий

| Показатель | Обозначение, размерность | Фактическое значение | Формула для расчета |
|---|---|---|---|
| Усредненная электрическая мощность лифтовой установки в режиме движения, измеренная в 10 базовых циклах, соответствующих требованиям п. 7.1.17-7.1.19 | $W_{лифт,дв}$, кВт | 4,5 | по результатам фактических измерений за период испытаний |
| Усредненная электрическая мощность лифтовой установки в режиме ожидания, измеренная в соответствии с требованиями п. 7.1.14 | $W_{лифт,ож}$, кВт | 1,5 | по результатам фактических измерений за период испытаний $q_{лифт} = \frac{365}{A_h} \cdot [(24 - \tau_{дв}) \cdot W_{лифт,ож} + \tau_{дв} \cdot K_c \cdot W_{лифт,дв}]$ |
| Приведенное к 1 м$^2$ площади квартир или помещений общественного здания годовое удельное потребление электрической энергии, расходуемой на привод лифтов | $q_{лифт}$, кВт·ч/м$^2$ в год | 3,2 | $q_{осв} = \frac{1}{A_h} \sum_{i=1}^{m} W_{осв,i} \cdot Z_{осв,i}$ |
| Приведенное к 1 м$^2$ площади квартир или помещений общественного здания годовое удельное потребление электрической энергии, расходуемой на освещение общедомовых помещений | $q_{осв}$, кВт·ч/м$^2$ в год | 2,9 | $q_{инж} = \frac{1}{A_h} \sum_{i=1}^{m} W_{инх,i} \cdot Z_{инж,i}$ |
| Приведенное к 1 м$^2$ площади квартир или помещений общественного здания годовое удельное потребление электрической энергии, расходуемой на привод общедомового инженерного оборудования | $q_{инж}$, кВт·ч/м$^2$ в год | 0 | $q_{эл} = q_{лифт} + q_{осв} + q_{инж}$ |
| Приведенное к 1 м$^2$ площади квартир или помещений общественного здания удельное потребление электрической энергии, расходуемой на общедомовое инженерное оборудование и системы освещения общедомовых помещений | $q_{эл}$ кВт·ч/м$^2$ в год | 6,1 | по результатам фактических измерений за период испытаний |

gost.e-ecolog.ru