

Б.М. Бедин

**УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕМ
ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ**

Учебное пособие

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Байкальский государственный университет

Б.М. Бедин

**УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕМ
ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ**

Учебное пособие

Иркутск
Издательство БГУ
2020

УДК 332.871
ББК 65.22
Б38

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Байкальского государственного университета

Рецензенты д-р экон. наук, доц. С.А. Астафьев
д-р экон. наук, проф. О.В. Грушина

Бедин Б.М.
Б38 Управление энергосбережением объектов недвижимости : учеб. пособие / Б.М. Бедин. – Иркутск : Изд-во БГУ, 2020. – 116 с. – URL: <http://lib-catalog.bgu.ru>.

Исследуются основные понятия и особенности сферы энергосбережения объектов недвижимости. Рассматриваются основные способы повышения энергоэффективности объектов недвижимости.

Для студентов экономических вузов, аспирантов.

УДК 332.871
ББК 65.22

© Бедин Б.М., 2020
© Издательство БГУ, 2020

Оглавление

Введение	6
1. Общие сведения об управлении энергоэффективностью и энергосбережением объектов недвижимости	7
1.1. Основные понятия, используемые в сфере энергоэффективности и энергосбережения	7
1.2. Класс энергетической эффективности зданий	8
1.3. Класс энергетической эффективности бытовой техники	9
2. Государственная политика в сфере энергосбережения. Законодательное регулирование вопросов энергосбережения	11
2.1. Государственное регулирование в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности	11
2.2. Обеспечение энергетической эффективности строящихся зданий, строений, сооружений	12
2.3. Обеспечение энергетической эффективности зданий, строений, сооружений при их эксплуатации	14
2.4. Энергетическое обследование	16
2.5. Энергосервисный договор (контракт).....	19
3. Технологии энергоэффективного строительства.....	20
3.1. Основные концепции энергоэффективного строительства	20
3.2. Энергоэффективные архитектурно-планировочные решения	21
3.3. Теплоизоляция здания	22
3.4. Тепловые мостики и борьба с ними	23
3.5. Теплоизоляция стен	24
3.6. Энергоэффективные оконные конструкции.....	25
4. Теплотехнический расчет	28
4.1. Общий порядок расчета.....	28
4.2. Пример 1. Теплотехнический расчет трехслойной стены без воздушной прослойки	28
4.3. Пример 2. Теплотехнический расчет трехслойной стены с воздушной прослойкой	32
4.4. Пример 3. Теплотехнический расчет однослойной стеновой конструкции.....	33

5. Энергоэффективное инженерное оборудование	36
5.1. Энергоэффективные системы освещения.....	36
5.2. Повышение энергоэффективности систем отопления	38
6. Использование альтернативных источников энергии	43
6.1. Использование энергии ветра	43
6.2. Использование энергии солнца	43
6.3. Использование тепла земли	45
6.4. Использование тепла воздуха	45
7. Требования к тепловой защите многоквартирных домов	47
7.1. Основные принципы типологии МКД	47
7.2. Основные поколения индустриального домостроения в РФ.....	48
7.3. Основные показатели, характеризующие эффективность тепловой защиты наружных ограждающих конструкций	50
7.4. Эволюция нормативных требований к наружным ограждающим конструкциям зданий	52
7.5. Контроль за соблюдением нормативных требований по тепловой защите многоквартирных домов.....	55
8. Энергетическая эффективность инженерных систем многоквартирных домов	57
8.1. Общие сведения об инженерных системах МКД России	57
8.2. Системы отопления МКД.....	58
8.3. Системы горячего водоснабжения МКД	60
8.4. Системы электроснабжения МКД.....	62
9. Учет потребления энергетических ресурсов в МКД	66
9.1. Общий порядок учета потребления энергетических ресурсов в МКД.....	66
9.2. Определение показателей объема и качества коммунальных ресурсов в МКД	68
9.3. Определение показателей объема тепловой и электрической энергии	69
9.4. Определение показателей объема тепловой энергии	70
9.5. Определение показателей объема электрической энергии.....	74
9.6. Определение показателей качества тепловой и электрической энергии	77
9.7. Определение показателей качества тепловой энергии	78
9.8. Определение показателей качества электрической энергии	85

10. Визуальное и приборное обследование многоквартирного дома с целью определения состава мероприятий, направленных на повышение его энергоэффективности.....	87
10.1. Приборные обследования.....	87
10.2. Приборная база для проведения обследований МКД	92
10.3. Определение характеристик и состояния ограждающих конструкций и других конструктивных элементов МКД	94
10.4. Порядок приборного обследования наружных ограждающих конструкций с определением сопротивления передаче элементов МКД	102
10.5. Приборное обследование системы теплоснабжения.....	106
10.6. Использование архива данных с приборов учета для анализа полученной экономии по результатам реализованных мероприятий	108
10.7. Приборное обследование системы электроснабжения	109
Список рекомендуемой литературы.....	113

ВВЕДЕНИЕ

Над вопросами сбережения энергии человек задумывался еще на заре своего существования. Стремясь сохранить тепло во время ледникового периода люди начали использовать шкуры животных, скрываться от превратностей погоды в естественных укрытиях – пещерах. Да и появление искусственных построек преследовало цель создать максимально комфортные условия для проживания.

Даже достаточно примитивные сооружения, типа яранги или чума жителей Крайнего Севера или эскимосских иглу уже содержат в себе ряд конструктивных решений, направленных на сохранение тепла. Достаточно упомянуть куполообразную форму того же иглу – именно такая форма способствует максимальному сохранению энергии.

Достаточно суровые климатические условия большей части территории России сделали проблему повышения энергоэффективности объектов недвижимости достаточно актуальной для нашей страны. В традиционной русской избе мы можем обнаружить использование большого количества энергосберегающих технологий. Это и использование в качестве материала стен дерева – одного из природных материалов, обладающих хорошими теплоизоляционными свойствами, и использование других природных теплоизоляторов типа мха или пакли, и использование способов рубки, исключающих возникновение мостиков холода, и многие другие архитектурные, планировочные и технологические решения.

В приведенных выше примерах, энергосберегающие решения появлялись на основе приобретаемого опыта создания и эксплуатации объектов недвижимости и оттачивались, буквально, в течении тысяч лет. Однако в двадцатом веке технический прогресс существенно ускорился. Это, с одной стороны, привело к резкому увеличению потребления энергетических ресурсов, которое сопровождалось и ростом их стоимости и, естественно, повышением актуальности их максимально бережного использования. С другой стороны, возникла возможность перевести решение проблемы повышения энергоэффективности в научную плоскость. Следствием этого явилось возникновение новых концепций энергоэффективного строительства, появление и широкое использование новых эффективных теплоизоляционных материалов, создание и внедрение образцов энергоэффективного инженерного оборудования.

В связи с вышеизложенным, структура учебного пособия предполагает достаточно подробное рассмотрение государственного регулирования вопросов энергосбережения объектов недвижимости, основных энергосберегающих технологий, применяющихся при строительстве и эксплуатации объектов, вопросов использования энергоэффективного инженерного оборудования.

В данном учебном пособии автор не претендует на всестороннее освещение проблемы повышения энергетической эффективности объектов недвижимости, заостряя внимание лишь на наиболее важных ее аспектах.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ УПРАВЛЕНИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬЮ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕМ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ

1.1. Основные понятия, используемые в сфере энергоэффективности и энергосбережения

Необходимым условием для рассмотрения вопросов энергоэффективности и энергосбережения объектов недвижимости является рассмотрение основных понятий. В данном учебном пособии использованы понятия, приведенные в федеральном законе от 11.11.2009 г. «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» № 261-ФЗ (далее 261-ФЗ).

1) энергетический ресурс – носитель энергии, энергия которого используется или может быть использована при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, а также вид энергии (атомная, тепловая, электрическая, электромагнитная энергия или другой вид энергии);

2) вторичный энергетический ресурс – энергетический ресурс, полученный в виде отходов производства и потребления или побочных продуктов в результате осуществления технологического процесса или использования оборудования, функциональное назначение которого не связано с производством соответствующего вида энергетического ресурса;

3) энергосбережение – реализация организационных, правовых, технических, технологических, экономических и иных мер, направленных на уменьшение объема используемых энергетических ресурсов при сохранении соответствующего полезного эффекта от их использования (в том числе объема произведенной продукции, выполненных работ, оказанных услуг);

4) энергетическая эффективность – характеристики, отражающие отношение полезного эффекта от использования энергетических ресурсов к затратам энергетических ресурсов, произведенным в целях получения такого эффекта, применительно к продукции, технологическому процессу, юридическому лицу, индивидуальному предпринимателю;

5) класс энергетической эффективности – характеристика продукции, отражающая ее энергетическую эффективность;

6) бытовое энергопотребляющее устройство – продукция, функциональное назначение которой предполагает использование энергетических ресурсов, потребляемая мощность которой не превышает для электрической энергии двадцать один киловатт, для тепловой энергии сто киловатт и использование которой может предназначаться для личных, семейных, домашних и подобных нужд;

7) энергетическое обследование – сбор и обработка информации об использовании энергетических ресурсов в целях получения достоверной информации об объеме используемых энергетических ресурсов, о показателях энергетической эффективности, выявления возможностей энергосбережения и повышения энергетической эффективности с отражением полученных результатов в энергетическом паспорте;

8) энергосервисный договор (контракт) – договор (контракт), предметом которого является осуществление исполнителем действий, направленных на энергосбережение и повышение энергетической эффективности использования энергетических ресурсов заказчиком;

9) лицо, ответственное за содержание многоквартирного дома, – лицо, на которое в соответствии с жилищным законодательством возложены обязанности по управлению многоквартирным домом;

10) застройщик – лицо, признаваемое застройщиком в соответствии с законодательством о градостроительной деятельности.

1.2. Класс энергетической эффективности зданий

Порядок определения класса энергоэффективности зданий установлен Приказом № 399/пр от 06.08.2016 г. Минстроя РФ «О порядке присвоения, подтверждения класса энергоэффективности МКД».

Информация о классе энергоэффективности здания важна для потребителя. Высокий класс энергоэффективности позволяет получить льготы по налогу на имущество и существенно снизить коммунальные платежи. Класс необходимо присвоить обязательно, а многим домам подтвердить не реже чем раз в 5 лет.

Указатель класса энергетической эффективности представляет собой квадратную пластину размером 300 x 300 мм для размещения на поверхности фасада дома. Для эксплуатируемых зданий класс энергоэффективности присваивается органами Госстройнадзора на основании энергодекларации. Для зданий, вводимых в эксплуатацию – на основании энергетического паспорта.

Для присвоения класса энергоэффективности используется базовый коэффициент, который привязан к условному количеству дней отопительного сезона и среднегодовым значениям температуры воздуха (коэффициент градусо-сутки отопительного периода, ГСОП) (см. табл. 1). Для каждого населенного пункта рассчитывается свой коэффициент. С 01.01.2016 г. запрещено вводить в эксплуатацию здания класса энергоэффективности ниже «В».

Если здание относится к классу энергоэффективности В, В+, В++ и А (или выше), то в соответствии с п. 21 ст. 381 НК РФ собственники освобождаются от уплаты налога на данное имущество в течение трех лет со дня постановки его на учет.

Таблица 1

Базовый уровень удельного годового расхода энергетических ресурсов в многоквартирном доме, отражающий суммарный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, а также электроэнергии на общедомовые нужды многоквартирных жилых домов, кВт·ч/м²

Показатель	°С сут. отопит. периода	Этажность многоквартирного дома					
		2 эт.	4 эт.	6 эт.	8 эт.	10 эт.	≥ 12 эт.
Расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и электроэнергии на общедомовые нужды*	2 000	215	206	203	201	199	198
	3 000	228	216	212	208	205	203
	4 000	256	239	234	229	225	223
	5 000	284	263	256	251	245	242

Показатель	°С сут. отопит. периода	Этажность многоквартирного дома					
		2 эт.	4 эт.	6 эт.	8 эт.	10 эт.	≥ 12 эт.
	6 000	312	287	278	272	265	262
	8 000	370	337	326	317	308	304
	10 000	426	384	370	359	348	342
в том числе тепловой энергии на отопление и вентиляцию	2 000	67	56	44	42	40	39
	3 000	100	83	67	63	60	58
	4 000	133	111	89	84	80	78
	5 000	167	139	111	106	100	97
	6 000	200	167	133	127	120	117
	8 000	253	211	169	160	152	148
	10 000	317	264	211	201	190	185

* Базовый уровень удельного годового расхода электрической энергии на общедомовые нужды равен 10,0 кВт·ч/м² для многоквартирных домов, оборудованных лифтом. Если дом не оборудован лифтом базовый уровень удельного годового расхода электрической энергии на общедомовые нужды равен 7 кВт·ч/м² и из указанных в таблице показателей следует вычитать 3 кВт·ч/м².

Класс энергоэффективности присваивается исходя из степени отклонения фактического значения удельного уровня годового расхода энергетических ресурсов в многоквартирном доме от базового значения (табл. 2).

Таблица 2

Классы энергетической эффективности

Обозначение класса энергетической эффективности	Наименование класса энергетической эффективности	Величина отклонения значения фактического удельного годового расхода энергетических ресурсов от базового уровня, %
A++	Высочайший	–60 включительно и менее
A+	Высочайший	от –50 включительно до –60
A	Очень высокий	от –40 включительно до –50
B	Высокий	от –30 включительно до –40
C	Повышенный	от –15 включительно до –30
D	Нормальный	от 0 включительно до –15
E	Пониженный	от +25 включительно до 0
F	Низкий	от +50 включительно до +25
G	Очень низкий	более +50

1.3. Класс энергетической эффективности бытовой техники

Как за рубежом, так и в России, действуют нормативные акты, обязывающие производителей бытовой техники указывать класс энергетической эффективности каждого изделия. Среди требующих маркировки значатся холодильные и морозильные установки, стиральные и сушильные агрегаты, посудомойки, варочные панели, духовки, кондиционеры, водонагреватели и т.д.

Для оповещения потребителя о том, что он покупает, на каждый прибор наклеивается либо просто вкладывается в документы этикетка, в которой данный класс обозначается буквой и цветом. Буквенная характеристика – это одна

из латинских литер от «А» до «G»: «А» – самый лучший уровень, «G» – наименее экономичная модель. Некоторые устройства могут маркироваться «А+», «А++» или «А+++» – это классы еще выше, чем «А». Литеры изображают на фоне от зеленого до красного: чем холоднее цвет, тем лучше. Наивысшему классу энергоэффективности, естественно, полагается самый темный зеленый оттенок.

Присвоение класса энергопотребления техники зависит от типа прибора. Нельзя сравнивать уровень энергетической экономичности холодильника и, к примеру, микроволновой печи: вследствие отличий строения и функционирования, при аналогичной маркировке (скажем, оба изделия класса А) они могут иметь разные реальные показатели энергетических затрат.

2. ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОЛИТИКА В СФЕРЕ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ. ЗАКОНОДАТЕЛЬНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ВОПРОСОВ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

2.1. Государственное регулирование в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности

Основным нормативным документом, регламентирующим вопросы энергоэффективности и энергосбережения является федеральный закон от 11.11.2009 г. «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности...» № 261-ФЗ (далее 261-ФЗ).

Согласно данному закону, государственное регулирование в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности осуществляется путем установления:

- 1) требований к обороту отдельных товаров, функциональное назначение которых предполагает использование энергетических ресурсов;
- 2) запретов или ограничений производства и оборота в Российской Федерации товаров, имеющих низкую энергетическую эффективность, при условии наличия в обороте или введения в оборот аналогичных по цели использования товаров, имеющих высокую энергетическую эффективность, в количестве, удовлетворяющем спрос потребителей;
- 3) обязанности по учету используемых энергетических ресурсов;
- 4) требований энергетической эффективности зданий, строений, сооружений;
- 5) обязанности проведения обязательного энергетического обследования;
- 6) требований к проведению энергетического обследования и его результатам;
- 7) обязанности проведения мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности в отношении общего имущества собственников помещений в многоквартирном доме;
- 8) требований энергетической эффективности товаров, работ, услуг для обеспечения государственных или муниципальных нужд;
- 9) требований к региональным, муниципальным программам в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности;
- 10) требований к программам в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности организаций с участием государства или муниципального образования и организаций, осуществляющих регулируемые виды деятельности;
- 11) основ функционирования государственной информационной системы в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности;
- 12) обязанности распространения информации в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности;

13) обязанности реализации информационных программ и образовательных программ в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности;

14) порядка исполнения обязанностей, предусмотренных настоящим Федеральным законом;

15) иных мер государственного регулирования в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности в соответствии с настоящим Федеральным законом.

Производимые на территории Российской Федерации товары, импортируемые в Российскую Федерацию для оборота на территории Российской Федерации товары должны содержать информацию о классе их энергетической эффективности в технической документации, прилагаемой к этим товарам, в их маркировке, на их этикетках.

С 1 января 2011 г. к обороту на территории Российской Федерации не допускаются электрические лампы накаливания мощностью сто ватт и более, которые могут быть использованы в цепях переменного тока в целях освещения. С 1 января 2011 г. не допускается закупка электрических ламп накаливания для обеспечения государственных или муниципальных нужд, которые могут быть использованы в цепях переменного тока в целях освещения.

2.2. Обеспечение энергетической эффективности строящихся зданий, строений, сооружений

Здания, строения, сооружения, за исключением указанных в ч. 5 ст. 11 261-ФЗ зданий, строений, сооружений, должны соответствовать требованиям энергетической эффективности, установленным уполномоченным федеральным органом исполнительной власти в соответствии с правилами, утвержденными Правительством Российской Федерации. Правительство Российской Федерации вправе установить в указанных правилах первоочередные требования энергетической эффективности.

Требования энергетической эффективности зданий, строений, сооружений должны включать в себя:

1) показатели, характеризующие удельную величину расхода энергетических ресурсов в здании, строении, сооружении;

2) требования к влияющим на энергетическую эффективность зданий, строений, сооружений архитектурным, функционально-технологическим, конструктивным и инженерно-техническим решениям;

3) требования к отдельным элементам, конструкциям зданий, строений, сооружений и к их свойствам, к используемым в зданиях, строениях, сооружениях устройствам и технологиям, а также требования к включаемым в проектную документацию и применяемым при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте зданий, строений, сооружений технологиям и материалам, позволяющие исключить нерациональный расход энергетических ресурсов как в процессе строительства, реконструкции, капитального ремонта зданий, строений, сооружений, так и в процессе их эксплуатации.

В составе требований энергетической эффективности зданий, строений, сооружений должны быть определены требования, которым здание, строение, сооружение должны соответствовать при вводе в эксплуатацию и в процессе эксплуатации, с указанием лиц, обеспечивающих выполнение таких требований (застройщика, собственника здания, строения, сооружения), а также сроки, в течение которых выполнение таких требований должно быть обеспечено. При этом срок, в течение которого выполнение таких требований должно быть обеспечено застройщиком, должен составлять не менее чем пять лет с момента ввода в эксплуатацию здания, строения, сооружения.

Требования энергетической эффективности зданий, строений, сооружений подлежат пересмотру не реже чем один раз в пять лет в целях повышения энергетической эффективности зданий, строений, сооружений.

Требования энергетической эффективности не распространяются на следующие здания, строения, сооружения:

- 1) культовые здания, строения, сооружения;
- 2) здания, строения, сооружения, которые в соответствии с законодательством Российской Федерации отнесены к объектам культурного наследия (памятникам истории и культуры);
- 3) временные постройки, срок службы которых составляет менее чем два года;
- 4) объекты индивидуального жилищного строительства (отдельно стоящие и предназначенные для проживания одной семьи жилые дома с количеством этажей не более чем три), дачные дома, садовые дома;
- 5) строения, сооружения вспомогательного использования;
- 6) отдельно стоящие здания, строения, сооружения, общая площадь которых составляет менее чем пятьдесят квадратных метров;
- 7) иные определенные Правительством Российской Федерации здания, строения, сооружения.

Требования энергетической эффективности зданий, строений, сооружений, установленные в соответствии с 261-ФЗ, не применяются к следующим зданиям, строениям, сооружениям вплоть до осуществления их реконструкции или капитального ремонта:

- 1) здания, строения, сооружения, введенные в эксплуатацию до вступления в силу таких требований;
- 2) здания, строения, сооружения, строительство, реконструкция, капитальный ремонт которых осуществляются в соответствии с проектной документацией, утвержденной или направленной на государственную экспертизу до вступления в силу таких требований;
- 3) здания, строения, сооружения, проектная документация которых не подлежит государственной экспертизе и заявление о выдаче разрешения на строительство которых подано до вступления в силу таких требований.

Не допускается ввод в эксплуатацию зданий, строений, сооружений, построенных, реконструированных, прошедших капитальный ремонт и не соответствующих требованиям энергетической эффективности и требованиям оснащенности их приборами учета используемых энергетических ресурсов.

Застройщики обязаны обеспечить соответствие зданий, строений, сооружений требованиям энергетической эффективности и требованиям оснащенности их приборами учета используемых энергетических ресурсов путем выбора оптимальных архитектурных, функционально-технологических, конструктивных и инженерно-технических решений и их надлежащей реализации при осуществлении строительства, реконструкции, капитального ремонта.

Проверка соответствия вводимых в эксплуатацию зданий, строений, сооружений требованиям энергетической эффективности и требованиям оснащенности их приборами учета используемых энергетических ресурсов осуществляется органом государственного строительного надзора при осуществлении государственного строительного надзора. В иных случаях контроль и подтверждение соответствия вводимых в эксплуатацию зданий, строений, сооружений требованиям энергетической эффективности и требованиям оснащенности их приборами учета используемых энергетических ресурсов осуществляются застройщиком.

Собственники зданий, строений, сооружений, собственники помещений в многоквартирных домах обязаны обеспечивать соответствие зданий, строений, сооружений, многоквартирных домов установленным требованиям энергетической эффективности и требованиям их оснащенности приборами учета используемых энергетических ресурсов (за исключением требований, обеспечение выполнения которых в соответствии с законом 261-ФЗ возложено на других лиц) в течение всего срока их службы путем организации их надлежащей эксплуатации и своевременного устранения выявленных несоответствий.

2.3. Обеспечение энергетической эффективности зданий, строений, сооружений при их эксплуатации

В целях повышения уровня энергосбережения в жилищном фонде и его энергетической эффективности в перечень требований к содержанию общего имущества собственников помещений в многоквартирном доме включаются требования о проведении мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности многоквартирного дома. В соответствии с принципами, установленными Правительством Российской Федерации, органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации утверждают перечень мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности в отношении общего имущества собственников помещений в многоквартирном доме, подлежащих проведению одновременно и (или) регулярно.

Лицо, ответственное за содержание многоквартирного дома, или при непосредственном управлении многоквартирным домом, собственники помещений в многоквартирном доме, обязаны проводить мероприятия по энергосбережению и повышению энергетической эффективности, включенные в утвержденный перечень мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности в отношении общего имущества собственников помещений в многоквартирном доме, за исключением случаев проведения указанных мероприятий ранее и сохранения результатов их проведения.

Собственники помещений в многоквартирном доме обязаны нести расходы на проведение указанных мероприятий. В целях снижения расходов на проведение указанных мероприятий собственники помещений в многоквартирном доме вправе требовать от лица, ответственного за содержание многоквартирного дома, осуществления действий, направленных на снижение объема используемых в многоквартирном доме энергетических ресурсов, и (или) заключения этим лицом энергосервисного договора (контракта), обеспечивающего снижение объема используемых в многоквартирном доме энергетических ресурсов.

Организация, осуществляющая снабжение энергетическими ресурсами многоквартирного дома на основании публичного договора, регулярно (не реже чем один раз в год) обязана предлагать перечень мероприятий для многоквартирного дома, группы многоквартирных домов как в отношении общего имущества собственников помещений в многоквартирном доме, так и в отношении помещений в многоквартирном доме, проведение которых в большей степени способствует энергосбережению поставляемых этой организацией в многоквартирный дом энергетических ресурсов и повышению энергетической эффективности их использования.

Лицо, ответственное за содержание многоквартирного дома, регулярно (не реже чем один раз в год) обязано разрабатывать и доводить до сведения собственников помещений в многоквартирном доме предложения о мероприятиях по энергосбережению и повышению энергетической эффективности, которые возможно проводить в многоквартирном доме, с указанием расходов на их проведение, объема ожидаемого снижения используемых энергетических ресурсов и сроков окупаемости предлагаемых мероприятий.

В отопительный сезон лицо, ответственное за содержание многоквартирного дома, обязано проводить действия, направленные на регулирование расхода тепловой энергии в многоквартирном доме в целях ее сбережения, при наличии технической возможности такого регулирования и при соблюдении тепловых и гидравлических режимов, а также требований к качеству коммунальных услуг, санитарных норм и правил.

Производимые, передаваемые, потребляемые энергетические ресурсы подлежат обязательному учету с применением приборов учета используемых энергетических ресурсов.

Расчеты за энергетические ресурсы должны осуществляться на основании данных о количественном значении энергетических ресурсов, произведенных, переданных, потребленных, определенных при помощи приборов учета используемых энергетических ресурсов. Установленные в соответствии с требованиями законодательства Российской Федерации приборы учета используемых энергетических ресурсов должны быть введены в эксплуатацию не позднее месяца, следующего за датой их установки, и их применение должно начаться при осуществлении расчетов за энергетические ресурсы не позднее первого числа месяца, следующего за месяцем ввода этих приборов учета в эксплуатацию.

До установки приборов учета используемых энергетических ресурсов, а также при выходе из строя, утрате или по истечении срока эксплуатации приборов учета используемых энергетических ресурсов расчеты за энергетические

ресурсы должны осуществляться с применением расчетных способов определения количества энергетических ресурсов, установленных в соответствии с законодательством Российской Федерации. При этом указанные расчетные способы должны определять количество энергетических ресурсов таким образом, чтобы стимулировать покупателей энергетических ресурсов к осуществлению расчетов на основании данных об их количественном значении, определенных при помощи приборов учета используемых энергетических ресурсов.

Многоквартирные дома, вводимые в эксплуатацию с 1 января 2012 г. после осуществления строительства, реконструкции, должны быть оснащены дополнительно индивидуальными приборами учета используемой тепловой энергии, а многоквартирные дома, вводимые в эксплуатацию с 1 января 2012 г. после капитального ремонта, должны быть оснащены индивидуальными приборами учета используемой тепловой энергии при наличии технической возможности их установки.

Действия по установке, замене, эксплуатации приборов учета используемых энергетических ресурсов вправе осуществлять лица, отвечающие требованиям, установленным законодательством Российской Федерации для осуществления таких действий.

2.4. Энергетическое обследование

Энергетическое обследование может проводиться в отношении зданий, строений, сооружений, энергопотребляющего оборудования, объектов электроэнергетики, источников тепловой энергии, тепловых сетей, систем централизованного теплоснабжения, централизованных систем холодного водоснабжения и (или) водоотведения, иных объектов системы коммунальной инфраструктуры, технологических процессов, а также в отношении юридических лиц, индивидуальных предпринимателей.

Основными целями энергетического обследования являются:

- 1) получение объективных данных об объеме используемых энергетических ресурсов;
- 2) определение показателей энергетической эффективности;
- 3) определение потенциала энергосбережения и повышения энергетической эффективности;
- 4) разработка перечня мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности и проведение их стоимостной оценки.

Деятельность по проведению энергетического обследования вправе осуществлять только лица, являющиеся членами саморегулируемых организаций в области энергетического обследования.

Энергетическое обследование проводится в добровольном порядке, за исключением случаев, если в соответствии с 261-ФЗ оно должно быть проведено в обязательном порядке.

Лицо, проводившее энергетическое обследование, составляет энергетический паспорт и отчет о проведении энергетического обследования и передает их в саморегулируемую организацию в области энергетического обследования,

членом которой оно является, для проверки соответствия требованиям к проведению энергетического обследования и его результатам, стандартам и правилам саморегулируемой организации в области энергетического обследования, членом которой оно является. В течение тридцати дней с момента получения отчета о проведении энергетического обследования и энергетического паспорта такая саморегулируемая организация в области энергетического обследования обязана передать данные документы с отметкой в энергетическом паспорте о соответствии результатов энергетического обследования требованиям к проведению энергетического обследования и его результатам, указанным стандартам и правилам лицу, проводившему энергетическое обследование, после чего оно передает эти результаты энергетического обследования лицу, заказавшему проведение энергетического обследования.

Если в результате проведенной проверки выявлено несоответствие результатов энергетического обследования требованиям к проведению энергетического обследования и его результатам, указанным стандартам и правилам, энергетический паспорт и отчет о проведении энергетического обследования в течение тридцати дней с момента их получения саморегулируемой организацией в области энергетического обследования возвращаются лицу, проводившему энергетическое обследование, для устранения выявленного несоответствия.

Энергетический паспорт, составленный по результатам энергетического обследования, должен содержать информацию:

- 1) об оснащенности приборами учета используемых энергетических ресурсов;
- 2) об объеме используемых энергетических ресурсов и о его изменении;
- 3) о показателях энергетической эффективности;
- 4) о величине потерь переданных энергетических ресурсов (для организаций, осуществляющих передачу энергетических ресурсов);
- 5) о потенциале энергосбережения, в том числе об оценке возможной экономии энергетических ресурсов в натуральном выражении;
- 6) о перечне мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности и их стоимостной оценке.

Проведение энергетического обследования является обязательным для следующих лиц:

- 1) органы государственной власти, органы местного самоуправления, наделенные правами юридических лиц;
- 2) организации с участием государства или муниципального образования;
- 3) организации, осуществляющие регулируемые виды деятельности;
- 4) организации, осуществляющие производство и (или) транспортировку воды, природного газа, тепловой энергии, электрической энергии, добычу природного газа, нефти, угля, производство нефтепродуктов, переработку природного газа, нефти, транспортировку нефти, нефтепродуктов;
- 5) организации, совокупные затраты которых на потребление природного газа, дизельного и иного топлива (за исключением моторного топлива), мазута, тепловой энергии, угля, электрической энергии превышают объем соответствующих энергетических ресурсов в стоимостном выражении, установленный

Правительством Российской Федерации за календарный год, предшествующий последнему году до истечения срока проведения последующего обязательного энергетического обследования;

б) организации, проводящие мероприятия в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, финансируемые полностью или частично за счет субсидий из федерального бюджета, бюджетов субъектов Российской Федерации, местных бюджетов.

Лица, указанные в ч. 1 ст. 16 261-ФЗ, обязаны организовать и провести первое энергетическое обследование в период со дня вступления в силу настоящего Федерального закона до 31 декабря 2012 г., последующие энергетические обследования – не реже чем один раз каждые пять лет.

В члены саморегулируемой организации в области энергетического обследования могут быть приняты юридическое лицо, в том числе иностранное юридическое лицо, индивидуальный предприниматель, физическое лицо, соответствующие требованиям, установленным законом 261-ФЗ, дополнительным требованиям, установленным в соответствии с законом 261-ФЗ саморегулируемой организацией в области энергетического обследования. Квалификационным требованием для приема в члены саморегулируемой организации в области энергетического обследования является требование к индивидуальному предпринимателю и (или) к лицу, заключившему с ним трудовой или гражданско-правовой договор, к работникам юридического лица, а равно и к физическому лицу – субъекту профессиональной деятельности, о наличии знаний в области деятельности по проведению энергетических обследований в соответствии с образовательными программами высшего образования, дополнительными профессиональными программами в области деятельности по проведению энергетических обследований. Членами саморегулируемой организации в области энергетического обследования могут стать:

1) юридическое лицо при условии наличия не менее чем четырех работников, заключивших с ним трудовой договор и получивших знания в указанной области;

2) индивидуальный предприниматель при условии наличия у него знаний в указанной области и (или) наличия знаний в указанной области не менее чем у одного физического лица, заключившего с таким индивидуальным предпринимателем трудовой или гражданско-правовой договор;

3) физическое лицо при условии наличия у него знаний в указанной области.

Члены саморегулируемой организации в области энергетического обследования наряду с осуществлением деятельности по проведению энергетических обследований вправе осуществлять иную предпринимательскую или профессиональную деятельность. Члены саморегулируемой организации в области энергетического обследования – юридические лица и индивидуальные предприниматели вправе проводить энергетические обследования в отношении самих себя и принадлежащих им объектов. Члены саморегулируемой организации в области энергетического обследования – физические лица, осуществляющие деятельность в области энергетического обследования на основании трудового до-

говора, заключенного с работодателем, вправе проводить энергетические обследования в отношении работодателя и принадлежащих ему объектов.

2.5. Энергосервисный договор (контракт)

Предметом энергосервисного договора (контракта) является осуществление исполнителем действий, направленных на энергосбережение и повышение энергетической эффективности использования энергетических ресурсов заказчиком.

Энергосервисный договор (контракт) должен содержать:

1) условие о величине экономии энергетических ресурсов (в том числе в стоимостном выражении), которая должна быть обеспечена исполнителем в результате исполнения энергосервисного договора (контракта);

2) условие о сроке действия энергосервисного договора (контракта), который должен быть не менее чем срок, необходимый для достижения установленной энергосервисным договором (контрактом) величины экономии энергетических ресурсов;

3) иные обязательные условия энергосервисных договоров (контрактов), установленные законодательством Российской Федерации.

Энергосервисный договор (контракт) может содержать:

1) условие об обязанности исполнителя обеспечивать при исполнении энергосервисного договора (контракта) согласованные сторонами режимы, условия использования энергетических ресурсов (включая температурный режим, уровень освещенности, другие характеристики, соответствующие требованиям в области организации труда, содержания зданий, строений, сооружений) и иные согласованные при заключении энергосервисного договора (контракта) условия;

2) условие об обязанности исполнителя по установке и вводу в эксплуатацию приборов учета используемых энергетических ресурсов;

3) условие об определении цены в энергосервисном договоре (контракте) исходя из показателей, достигнутых или планируемых для достижения в результате реализации энергосервисного договора (контракта), в том числе исходя из стоимости сэкономленных энергетических ресурсов;

4) иные определенные соглашением сторон условия.

Начиная с 1 января 2010 г. государственное (муниципальное) учреждение обязано обеспечить снижение в сопоставимых условиях объема потребленных им воды, дизельного и иного топлива, мазута, природного газа, тепловой энергии, электрической энергии, угля в течение пяти лет не менее чем на пятнадцать процентов от объема фактически потребленного им в 2009 г. каждого из указанных ресурсов с ежегодным снижением такого объема не менее чем на 3 %.

В целях содействия проведению мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности в государственном (муниципальном) учреждении, если расходы на покупку энергетических ресурсов для него составляют более чем десять миллионов рублей в год, должно быть назначено из числа работников государственного (муниципального) учреждения лицо, ответственное за проведение таких мероприятий.

3. ТЕХНОЛОГИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

3.1. Основные концепции энергоэффективного строительства

Как упоминалось ранее, конструктивные решения, позволяющие экономить энергетические ресурсы при строительстве и дальнейшей эксплуатации объектов недвижимости, применяются уже достаточно продолжительное время. Однако только во второй половине двадцатого века, с существенным ускорением технического прогресса, возникла возможность перевести решение проблемы повышения энергоэффективности в научную плоскость. Следствием этого явилось возникновение новых концепций энергоэффективного строительства, появление и широкое использование новых эффективных теплоизоляционных материалов, создание и внедрение образцов энергоэффективного инженерного оборудования. Рассмотрим наиболее распространенные в настоящее время концепции энергоэффективного строительства.

Концепция «пассивного дома».

В середине 80-х гг. XX в. немецкий архитектор Вольфганг Файст разработал концепцию пассивного дома. Пассивный дом представляет собой строительный стандарт, следование которому позволяет не только экономить энергию, но и создавать максимально комфортные условия для проживания, а также оказывать минимальное негативное воздействие на окружающую среду.

В наиболее благоприятных обстоятельствах пассивный дом не требует затрат на отопление вообще за счет использования внутренних тепловых ресурсов. Для этого максимально утилизируется тепло выбросов, а также за счет эффективной теплоизоляции обеспечивается минимизация тепловых потерь. Важную роль играют интеллектуальные системы отопления с высоким КПД, а также возврат (рекуперация) тепла в системах вентиляции в сочетании с пассивным использованием солнечной энергии за счет увеличения площади остекления с южной стороны дома.

Первый экспериментальный проект пассивного дома был реализован в 1991 г. в Германии в г. Дармштадт, в здании проживает 4 семьи, расходы на отопление составляют менее 1 л жидкого топлива на 1 м² отапливаемой площади в год.

Современному пассивному дому требуется на 90 % энергии меньше, чем обычному, а годовой расход тепла не превышает 15 кВт·ч/м² в год (3 л жидкого топлива).

Концепция здания с нулевым энергопотреблением.

В то же самое время в США и Канаде получила развитие концепция здания с нулевым энергопотреблением (ZEB, ZeroEnergyBuilding). Эта концепция уделяет повышенное внимание использованию альтернативных источников энергии (ветровых генераторов, солнечных батарей и т.п.). В рамках проекта было построено несколько экспериментальных зданий. Одно из них – жилой дом в г. Хоупвелл, штат Нью-Джерси, он является полностью энергонезависимым.

Летом солнечные батареи обеспечивают на 60 % энергии больше, чем необходимо для комфортного проживания. Избыток энергии идет на расщепле-

ние воды и получение водорода, который используется для отопления в холодные месяцы, когда энергии солнца недостаточно.

Концепция здания с энергопотреблением, близким к нулю.

Запуск в серию зданий с нулевым энергопотреблением сложен из-за высокой стоимости инженерных решений, поэтому более широкое распространение получила в США целевая общенациональная программа Near-ZeroEnergyHouse (NZEH). В рамках этой программы основное внимание уделяется пассивным способам снижения энергопотребления: повышению энергетической эффективности ограждающих конструкций, сокращению утечек нагретого воздуха через систему вентиляции, внедрению энергосберегающих архитектурно-планировочных решений. В настоящее время в рамках реализации программы построено несколько сотен зданий, уровень потребления энергии в которых снижен на 50 % по сравнению с обычными домами.

Концепция активного дома.

Базовым принципом активного дома является объединение технологий пассивного дома, умного дома и использование альтернативной энергетики. Здания, построенные в соответствии с этой концепцией, тратят на собственные нужды минимум энергии.

В дополнение к этому, они вырабатывают столько энергии, что могут поставлять ее в сети центрального снабжения, за что, в большинстве стран можно получать деньги. Таким образом, активный дом становится источником дохода, а не затрат. Так, в Дании разработчики первого в мире активного дома утверждают, что он окупится в течение 30 лет.

3.2. Энергоэффективные архитектурно-планировочные решения

Одним из наиболее простых, малозатратных и в то же время достаточно эффективных мероприятий, направленных на энергосбережение, является использование при проектировании и строительстве зданий энергоэффективных архитектурно-планировочных решений. Такие решения, в основном, связаны с подбором оптимальной формы здания, оптимальной этажности, правильной ориентацией здания, отдельных помещений в нем, дверных и оконных проемов по сторонам света.

Существенное влияние на удельные тепловые потери в зданиях оказывают их объемно-планировочные решения и, в частности, такие показатели, как:

1. Соотношение площади ограждающих конструкций к общей площади здания.
2. Соотношение площади оконных проемов к общей площади стен.
3. Конфигурация зданий в плане, размещение их на рельефе и относительно сторон света.

По первой позиции используются такие решения, как:

1. В многоэтажном строительстве – ширококорпусные дома (ШКД). Основное отличие таких домов от обычных – увеличение ширины корпуса до 18–20 (теоретически до 23,6 м) в 1,5 раза шире обычных домов, с соблюдением норминсоляции и воздухообмена.

Преимущества:

- повышается планировочная маневренность;
- снижение стоимости строительства 1 м² на 15–20 %;
- сокращение удельного теплопотребления на отопление здания на 25–30 %, снижение стоимости эксплуатации на 20–25 %.

2. В малоэтажном строительстве имеют значение «коэффициент подверженности» – отношение площади ограждающих конструкций к объему здания, а также отношение периметра здания к его площади при одинаковой высоте (чем меньше данные показатели, тем лучше). С этой точки зрения преимуществами обладают дома квадратные в плане, а также куполообразные здания.

По второй и третьей позициям целесообразно размещение здания на участке с ориентацией окон в основном на юг, там же располагаются большие помещения типа гостиной, кухни и т.п. С северной стороны, напротив, целесообразно минимизировать количество окон, а при планировании внутренних помещений – размещать небольшие помещения, к которым не предъявляются жесткие требования по температурному режиму в них (например, кладовые, санузлы, бойлерные, коридоры) для создания эффекта «толстых стен».

Применяются и более экзотические решения, например, «вписывание» здания в рельеф местности. В этом случае, в целях дополнительной теплоизоляции, у одной или нескольких стен здания создаются искусственные насыпи, либо здание изначально «встраивается» в существующие естественные возвышенности.

3.3. Теплоизоляция здания

Более 70 % потерь тепла в существующих зданиях приходится на наружные стены и крыши, поэтому мероприятия по теплоизоляции являются важнейшими для повышения энергоэффективности зданий.

Главным принципом теплоизоляции энергоэффективных зданий является то, что теплоизоляционная оболочка, устроенная вокруг здания, не должна иметь разрывов. Поскольку большинство теплоизоляционных материалов не являются герметичными, необходимо создавать и воздухо непроницаемую оболочку по всей внутренней поверхности ограждающих конструкций здания. Наружная оболочка тоже должна быть, по возможности, герметичной.

Теплоизоляционные свойства используемых при строительстве материалов не одинаковы. Как видно из табл. 3, разумные границы по толщине наружной оболочки здания возможны только с использованием утеплителей с низкими коэффициентами теплопроводности.

Таким образом, при проектировании энергоэффективных зданий, в настоящее время применяется два основных решения.

1. Использование многослойных конструкций, в которых традиционные строительные материалы (например, железобетон или кирпич) выполняют несущую функцию, а функция теплоизоляции возложена на эффективный утеплитель.

2. Однослойные конструкции с использованием материалов, обладающих достаточно хорошими как прочностными, так и теплоизоляционными свойствами (например, пенобетон или газобетон).

Таблица 3

Данные о толщине однослойных наружных конструкций, позволяющих достичь стандартных характеристик пассивного дома

Материал	Коэффициент теплопроводности, Вт/м ² *С	Требуемая толщина стен, м
Стандартный бетон	2,1	15,8
Полнотелый кирпич	0,800	6,02
Пустотелый кирпич с вертикальными пустотами	0,400	3,01
Древесина хвойных пород	0,13	0,98
Ячеистый бетон	0,11	0,83
Тюки из соломы	0,055	0,41
Эффективный утеплитель (мин. вата, пенополистирол, целлюлозная теплоизоляция)	0,04	0,30
Высокоэффективный утеплитель (пенополиуретан)	0,025	0,19
Нанопористый суперутеплитель с нормальным давлением	0,015	0,11
Вакуумная изоляция (кремнезем)	0,008	0,06
Вакуумная изоляция (глубокий вакуум)	0,002	0,015

3.4. Тепловые мостики и борьба с ними

Одним из основных направлений повышения теплоизоляционных свойств ограждающих конструкций является борьба с тепловыми мостиками или мостиками холода. Это такие участки в ограждающих конструкциях здания, в которых вследствие геометрических условий, а также в результате совместного применения различных по своим параметрам материалов создают условия для распространения тепла в двух или трех направлениях.

Тепловые мостики возникают по следующим причинам:

- отдельные участки ограждающих конструкций и их частей, где имеются слои неоднородные по материалу (колонна или ребро жесткости в стене, неодинаковая толщина стены);
- конструкция или конструктивный элемент ограничиваются непараллельными плоскостями (углы);
- участки ограждающих конструкций, где на одном участке совпадают уменьшенное поперечное сечение, изменение профиля и однородности (стыки стен из разных материалов, стыки окон и стен).

Тепловые мостики возникают там, где стыкуются друг с другом материалы с различной теплопроводностью, где неизолированные детали входят в изолированные площади, или там, где стеновые зоны расположены структурно.

Негативные последствия тепловых мостиков:

- увеличение потерь тепла;
- температура внутренних поверхностей помещений в местах тепловых мостиков понижена, что негативно сказывается на комфорте пребывания в них;

– ухудшение состояния конструкций (конденсация влаги, рост плесени, трещины).

Снизить теплопотери, возникающие из-за тепловых мостиков можно при соблюдении четырех правил:

1. Правило избегания тепловых мостиков – по возможности, не следует делать отверстий в теплоизоляционной оболочке здания.

2. Правило прохождения теплоизоляции – если отверстия необходимы, то в местах нарушения целостности оболочки следует максимально повысить сопротивление теплопередаче (при помощи пенобетона, древесины и т.п.).

3. Правило для стыков – утеплитель следует располагать так, чтобы в стыках не было полых пространств.

4. Правило геометрии – при проектировании по возможности выбирать грани с прямыми и тупыми углами.

3.5. Теплоизоляция стен

Современные наружные стены должны отвечать требованиям: по прочности и устойчивости, по долговечности, по огнестойкости, по теплопроводности, по защите от шума, по паропроницаемости, по сейсмической стойкости, по архитектурной выразительности.

По материалу стены можно условно разделить на следующие типы:

1. Деревянные из бревен, бруса и с деревянным каркасом.

2. Кирпичные из полнотелых и пустотелых глиняных, керамических и силикатных кирпичей и блоков.

3. Каменные из гранита, базальта, диорита, известняка, песчаника, ракушечника, туфа.

4. Легкобетонные из газосиликата, керамзитобетона, шлакобетона, арболита.

5. Бетонные, железобетонные.

6. Грунтобетонные из уплотненного грунта, самана.

По конструкции стены бывают:

1. Рубленые из бревен и бруса длиной до 6,5 м.

2. Мелкоблочные из кирпича и блоков массой до 50 кг.

3. Крупноблочные из блоков массой более 50 кг.

4. Панельные или щитовые из готовых элементов стен высотой на этаж.

5. Каркасные из стоек и обвязок с обшивкой листовыми или погонажными материалами.

6. Монолитные.

7. Композитные или многослойные с использованием различных конструкций и материалов.

Материал для стен и их конструкцию выбирают с учетом местных климатических условий, экономичности, заданной прочности и долговечности всего здания, внутреннего комфорта и архитектурной выразительности фасадов.

Теплозащитные свойства стен зависят от толщины и коэффициента теплопроводности материалов, из которых она построена. Если стена состоит из

нескольких слоев, то ее термическое сопротивление будет складываться из коэффициентов теплопроводности каждого слоя.

Принципиально энергоэффективные конструкции стен могут быть:

1. Однослойные, из материалов с высоким сопротивлением теплопередаче (пено- и газобетон, полистиролбетон, вермикулитобетон).

2. Многослойные, с эффективными утеплителями, которые могут быть монолитными, в виде матов, плит, рулонов, сыпучими.

Как правило многослойные конструкции более энергоэффективны, а также обладают хорошими звукозащитными свойствами, однако им присущи и некоторые недостатки: трудоемкость возведения, малая воздухопроницаемость, теплотехническая неоднородность и, соответственно, возможность конденсации влаги между слоями.

В многослойных конструкциях в помещениях, где колебания температуры нечасты и невелики, утеплитель располагают ближе к наружной поверхности, защищая его от атмосферной влаги пленками, а от осадков навесными фасадами, сайдингом, вагонкой или другими покрытиями, обеспечивающими защиту стены.

Для стен здания, используемого от случая к случаю (мастерские, подсобные помещения и т.п.) для уменьшения количества тепла и времени, затрачиваемого на обогрев целесообразно располагать утеплитель как можно ближе к внутренней стороне стены, предусмотрев эффективную пароизоляцию.

Наиболее распространенными являются следующие многослойные теплоизолирующие конструкции.

1. Комплексная теплоизоляция (наружная стена, теплоизолирующие плиты, приклеиваемые и дополнительно крепящиеся к стене дюбелями, слой штукатурки, армирующая стеклоткань, наружная штукатурка в 2 слоя).

2. Навесные вентилируемые фасады (наружная стена, вертикальные деревянные рейки или металлический профиль, теплоизолирующие плиты, крепящиеся к стене дюбелями, диффузионно-проницаемый лист, обрешетка, воздушный зазор, навесной фасад).

3. Теплоизоляция с внутренней поверхности наружных стен здания (внутренняя обшивка, пароизоляция, теплоизоляция, вертикальные деревянные рейки или металлический профиль, наружная стена).

4. Двойные стены с вертикальным воздушным зазором, в таких конструкциях между внутренним и наружным слоем стены используется утеплитель (сыпучий, монолитный, плиты и т.п.). При использовании кирпичной кладки наружная часть стены крепится к внутренней при помощи анкеров или колодцевой кладки.

3.6. Энергоэффективные оконные конструкции

Существенная часть тепловых потерь при эксплуатации здания происходит через окна. Как правило, сама по себе оконная конструкция обладает худшими теплозащитными свойствами нежели стеновая конструкция, в которой расположено окно. В местах примыкания окна практически неизбежно возни-

кают тепловые мостики. Если же вспомнить, что зачастую окна плохо отрегулированы, имеют некачественные уплотнители, а многие граждане имеют обыкновение в отопительный сезон регулировать температуру в помещении путем открытия или закрытия окон - это еще более усугубляет ситуацию.

В зависимости от направления открывания существует несколько разновидностей оконных блоков.

- не открывающиеся (глухие);
- открывающиеся вертикально – поворотные;
- открывающиеся горизонтально – откидные;
- комбинированные.

К окнам предъявляются определенные требования.

– формальные требования (размеры, членение, вид открывания, цвет, материал);

– функциональные требования (теплоизоляция, вентиляция, надежность защиты от проникновения дождевой воды, звукоизоляция, светопропускание, огнестойкость, надежность эксплуатации);

– экономические требования (единовременные капиталовложения, эксплуатационные затраты).

Конструктивные элементы окон:

1. Оконный блок (состоящий из оконной коробки и переплетов в состав которых могут входить створки, форточка и фрамуга).

2. Стекло или стеклопакет.

3. Фурнитура, обеспечивающая необходимый тип открывания.

4. Уплотняющие прокладки.

5. Дополнительные элементы (сливы, монтажные системы и т.п.).

6. Аксессуары (москитные сетки, защитные жалюзи и т.п.).

Тип остекления, применяемый при строительстве, оказывает существенное влияние на величину теплопотерь (см. табл. 4).

Стеклопакет – это светопрозрачная конструкция строительного назначения из двух и более стекол, скрепленных между собой по принципу стекловоздушная камера (газ) – стекло и т.д. Стеклопакеты классифицируются:

– по количеству камер: однокамерные (2 стекла), двухкамерные (3 стекла) и т.п.;

– по ширине (14, 16, 18, 20, 22, 24, 28, 32, 36, 42, 44 мм и др.);

– по типам применяемого стекла: обычное, энергосберегающее, звукозащитное, солнцезащитное, ударопрочное.

Таблица 4

Характеристики основных видов оконных конструкций

Показатель	Простое остекление	Двойное остекление	Двойное остекление с теплоизоляцией (стеклопакет)	Тройное остекление с теплоизоляцией (двойной стеклопакет)
Коэффициент теплоизоляции, Вт/м ² *К	5,8	3,0	1,1	0,4–0,7
Температура внутренних поверхностей при различных наружных температурах				
Наружная температура 0	+6	+12	+17	+18

Показатель	Простое остекление	Двойное остекление	Двойное остекление с теплоизоляцией (стеклопакет)	Тройное остекление с теплоизоляцией (двойной стеклопакет)
Наружная температура -11	-2	+8	+15	+17

В современных стеклопакетах используются энергосберегающие стекла. Внутренняя сторона ближнего к комнате стекла покрывается низкоэмиссионным оптическим покрытием – прозрачным слоем электропроводящего металла (золото, серебро, медь, алюминий). Такое покрытие отражает тепловой поток, исходящий из помещения. Использование такого остекления примерно в 5 раз позволяет снизить способность стекла терять тепло.

Поскольку рамы имеют худший коэффициент теплопередачи, нежели стеклопакеты, целесообразно минимизировать площадь оконных рам к общей площади остекления. Рамы могут быть классифицированы по материалу изготовления:

- дерево;
- дерево с сердечником из полиуретана или пробки;
- комбинация дерево-алюминий;
- пластик;
- алюминий;
- сталь.

Важную роль в теплоизоляционных свойствах оконных конструкций имеет эффективная герметизация швов и стыков.

4. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

4.1. Общий порядок расчета

Раньше здания и сооружения строились, не задумываясь о том, какими теплопроводными качествами обладают ограждающие конструкции. Другими словами, стены делались просто толстыми. Например, наружные стены некоторых старых домов выполнены из керамического кирпича, толщина которых составляет порядка 1,5 метров. Такая толщина кирпичной стены обеспечивала и обеспечивает до сих пор вполне комфортное пребывание людей в этих домах даже в самые лютые морозы, однако является избыточной, с точки зрения расходов на материалы.

В настоящее время экономически нецелесообразно делать стены такими толстыми. Поэтому были придуманы материалы, которые могут ее уменьшить, такие как эффективные утеплители, газобетонные блоки и т.п. Благодаря этим материалам, например, толщина кирпичной кладки может быть снижена до 250 мм.

Теперь стены и перекрытия чаще всего делают 2-х или 3-хслойными, одним слоем из которых является материал с хорошими теплоизоляционными свойствами. А для того, чтобы определить оптимальную толщину этого материала, проводится теплотехнический расчет.

Для осуществления теплотехнического расчета необходимы следующие источники:

– СНиП 23-02-2003 (СП 50.13330.2012). «Тепловая защита зданий». Актуализированная редакция от 2012 года [1].

– СНиП 23-01-99* (СП 131.13330.2012). «Строительная климатология». Актуализированная редакция от 2012 года [2].

– СП 23-101-2004. «Проектирование тепловой защиты зданий» [3].

– ГОСТ 30494-96 (заменен на ГОСТ 30494-2011 с 2011 г.). «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях» [4].

– Пособие Е.Г. Малявина «Теплопотери здания. Справочное пособие» [5].

В процессе выполнения теплотехнического расчета определяют:

– теплотехнические характеристики строительных материалов ограждающих конструкций;

– приведённое сопротивление теплопередачи;

– соответствие этого приведённого сопротивления нормативному значению.

4.2. Пример 1. Теплотехнический расчет трехслойной стены без воздушной прослойки

Исходные данные

Климатические условия местности и требуемые параметры микроклимата помещения.

Район строительства: г. Иркутск

Назначение здания: жилое.

Расчетная относительная влажность внутреннего воздуха из условия не выпадения конденсата на внутренних поверхностях наружных ограждений равна – 55 % (СНиП 23-02-2003 п. 4.3 табл. 1 для нормального влажностного режима).

Оптимальная температура воздуха в жилой комнате в холодный период года $t_{int} = 22 \text{ }^\circ\text{C}$ (ГОСТ 30494-96 табл. 1).

Расчетная температура наружного воздуха t_{ext} , определяемая по температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 = -33°C (СНиП 23-01-99 табл. 1 столбец 5).

Продолжительность отопительного периода со средней суточной температурой наружного воздуха 8°C равна $z_{ht} = 232$ сут (СНиП 23-01-99 табл. 1 столбец 11).

Средняя температура наружного воздуха за отопительный период $t_{ht} = -7,7^\circ\text{C}$ (СНиП 23-01-99 табл. 1 столбец 12).

Конструкция стены

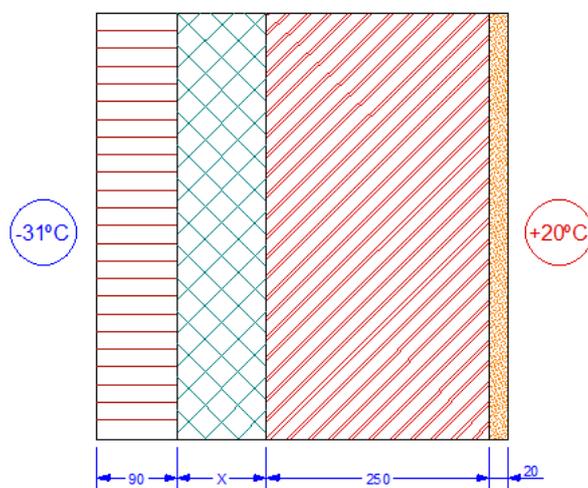


Рис. 1. Конструкция стены

Стена состоит из следующих слоев:

- кирпич декоративный (бессер) толщиной 90 мм;
- утеплитель (минераловатная плита), на рисунке его толщина обозначена знаком «X», так как она будет найдена в процессе расчета;
- силикатный кирпич толщиной 250 мм;
- штукатурка (сложный раствор), дополнительный слой для получения более объективной картины, так как его влияние минимально, но есть.

Теплофизические характеристики материалов

Значения характеристик материалов сведены в табл. 5.

Таблица 5

Теплофизические характеристики материалов

№ слоя	Материал	№ позиции прил. Д (З)	Толщина слоя, мм	Плотность, кг/м ³	Коэффициент теплопроводности (табл. Д1 столбец 9) (З)
1	Кирпич декоративный (бессер) на цементно-песчанном растворе	213	90	2 300	0,96
2	Утеплитель (минераловатная плита)	43	X	250*	0,085*

№ слоя	Материал	№ позиции прил. Д (З)	Толщина слоя, мм	Плотность, кг/м ³	Коэффициент теплопроводности (табл. Д1 столбец 9) (З)
3	Силикатный кирпич на цементно-песчанном растворе	209	250	1 800	0,87
4	Штукатурка (сложный раствор)	228	20	1 700	0,87

* Данные характеристики можно также найти у производителей теплоизоляционных материалов.

Расчет

Для расчета толщины теплоизоляционного слоя необходимо определить сопротивление теплопередачи ограждающей конструкции исходя из требований энергосбережения.

Определение нормы тепловой защиты по условию энергосбережения.

Норма тепловой защиты связана с климатическими условиями местности, для которой производится расчет. Основным показателем, который учитывает такие климатические условия при проведении теплотехнического расчета является показатель «Градусо-сутки отопительного периода»

Определение градусо-суток отопительного периода по п. 5.3 СНиП 23-02-2003 (условные обозначения и значения, показателей, используемых при расчете приведены в исходных данных):

$$D_d = (t_{int} - t_{ht}) z_{ht} = (22 + 7,7) * 232 = 6\ 890 \text{ } ^\circ\text{C} \times \text{сут.}$$

Примечание: также градусо-сутки имеют обозначение – ГСОП.

Нормативное значение приведенного сопротивления теплопередаче следует принимать не менее нормируемых значений, определяемых по СНиП 23-02-2003 (табл. 3) в зависимости от градусо-суток района строительства:

$$R_{req} = a \times D_d + b = 0,00035 \times 6\ 890 + 1,4 = 3,812 \text{ м}^2 \times \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт},$$

где D_d – градусо-сутки отопительного периода в Иркутске, a и b – коэффициенты, принимаемые по табл. 3 [1] для стен жилого здания (столбец 3).

Определение нормы тепловой защиты.

Из приведенных выше вычислений за требуемое сопротивление теплопередачи выбираем R_{req} из условия энергосбережения и обозначаем его теперь $R_{mp0} = 3,812 \text{ м}^2 \times \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$.

Определение требуемой толщины утеплителя.

Как следует из условий задачи, толщина некоторых слоев стеновой конструкции известна. На практике такая толщина может быть определена исходя из необходимых прочностных характеристик стены, а также исходя из стандартных размеров строительных материалов. Например, в нашем случае принята толщина кирпичной кладки в 1 кирпич – 250 мм. Задача заключается в определении требуемой толщины утеплителя.

Для каждого слоя заданной стены необходимо рассчитать термическое сопротивление по формуле:

$$R_i = \delta_i / \lambda_i,$$

где δ_i – толщина слоя, мм; λ_i – расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя Вт/(м × °С). 1 слой (декоративный кирпич): $R_1 = 0,09/0,96 = 0,094 \text{ м}^2 \times \text{°С/Вт}$. 3 слой (силикатный кирпич): $R_3 = 0,25/0,87 = 0,287 \text{ м}^2 \times \text{°С/Вт}$. 4 слой (штукатурка): $R_4 = 0,02/0,87 = 0,023 \text{ м}^2 \times \text{°С/Вт}$.

Определение минимально допустимого (требуемого) термического сопротивления теплоизоляционного материала (формула 5.6 Е.Г. Малявина «Теплопотери здания. Справочное пособие»):

$$R_{\text{тр.ут.}} = R_{\text{тр}0} - (R_{\text{int}} + R_{\text{ext}} + \Sigma R_i)$$

$$R_{\text{тр.ут.}} = 3,812 - (1/8,7 + 1/23 + 0,094 + 0,287 + 0,023) = \\ 3,812 - (0,115 + 0,043 + 0,404) = 3,812 - 0,562 = 3,25,$$

где $R_{\text{int}} = 1/\alpha_{\text{int}} = 1/8,7 = 0,115$ – сопротивление теплообмену на внутренней поверхности α_{int} принимается по табл. 4 [1]; $R_{\text{ext}} = 1/\alpha_{\text{ext}} = 1/23 = 0,043$ – сопротивление теплообмену на наружной поверхности, α_{ext} (коэффициент теплопередачи) принимается по табл. 8 [3] для наружных стен; $\Sigma R_i = 0,094 + 0,287 + 0,023 = 0,404$ – сумма термических сопротивлений всех слоев стены без слоя утеплителя, определенных с учетом коэффициентов теплопроводности материалов, принятых по графе А или Б (столбцы 8 и 9 табл. Д1 СП 23-101-2004) в соответствии с влажностными условиями эксплуатации стены, $\text{м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$.

Толщина утеплителя (3) равна (формула 5,7 [5]):

$$3 = \lambda_{\text{ут}} * R_{\text{тр.ут.}}$$

$$3 = 0,085 * 3,25 = 0,276 \text{ м} = 276 \text{ мм},$$

где $\lambda_{\text{ут}}$ – коэффициент теплопроводности материала утеплителя, Вт/(м·°С).

Подбор толщины утеплителя, исходя из стандартных размеров строительных материалов и проверка правильности подбора.

Выпускаемые строительные материалы имеют определенные геометрические размеры, в нашем случае, мы не сможем найти в продаже утеплитель, толщиной 276 мм. Как правило минимальная толщина плит из минеральной ваты составляет 50 мм. Таким образом, для того чтобы выполнить условие энергосбережения, толщина утеплителя составит 300 мм.

Определение термического сопротивления стены для толщины утеплителя в 300 мм (формула 5.8 [5]):

$$R_o = R_{\text{int}} + R_{\text{ext}} + \Sigma R_{\text{т, i}}$$

$$R_o = 1/8,7 + 1/23 + 0,094 + 0,3/0,085 + 0,287 + 0,023 = \\ 0,115 + 0,043 + 0,094 + 3,529 + 0,287 + 0,023 = 4,091,$$

где $\Sigma R_{\text{т, i}}$ – сумма термических сопротивлений всех слоев ограждения, в том числе и слоя утеплителя, принятой конструктивной толщины, $\text{м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$.

Из полученного результата можно сделать вывод, что $R_0 = 4,091 \text{ м}^2 \times \text{°C/Вт} > R_{\text{пр}0} = 3,812 \text{ м}^2 \times \text{°C/Вт} \rightarrow$ следовательно, толщина утеплителя подобрана **правильно**.

4.3. Пример 2. Теплотехнический расчет трехслойной стены с воздушной прослойкой

В случае, когда в трехслойной кладке в качестве утеплителя применяются минеральная вата, стекловата или другой плитный утеплитель, необходимо устройство воздушной вентилируемой прослойки между наружной кладкой и утеплителем. Толщина этой прослойки должна составлять не менее 10 мм, а желательно 20–40 мм. Она необходима для того, чтобы осушать утеплитель, который намокает от конденсата.

Данная воздушная прослойка является не замкнутым пространством, поэтому в случае ее наличия в расчете необходимо учитывать требования п. 9.1.2 СП 23-101-2004, а именно:

а) слои конструкции, расположенные между воздушной прослойкой и наружной поверхностью (в нашем случае – это декоративный кирпич (бессер)), в теплотехническом расчете не учитываются;

б) на поверхности конструкции, обращенной в сторону вентилируемой наружным воздухом прослойки, следует принимать коэффициент теплоотдачи $\alpha_{\text{ext}} = 10,8 \text{ Вт/(м}^2 \times \text{°C)}$.

Примечание: влияние воздушной прослойки учитывается, например, при теплотехническом расчете пластиковых стеклопакетов.

Исходные данные.

Район строительства: г. Иркутск

Назначение здания: **жилое**.

В конструкции стены предполагается наличие воздушной прослойки, между слоем утеплителя и слоем декоративного кирпича.

Поскольку климатические условия остались теми же, что и в предыдущем примере, порядок расчета градусо-суток отопительного периода и требуемого сопротивления теплопередаче остается прежним.

Определение необходимой толщины утеплителя.

Для каждого слоя заданной стены необходимо рассчитать термическое сопротивление по формуле:

$$R_i = \delta_i / \lambda_i,$$

где δ_i – толщина слоя, мм; λ_i – расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя Вт/(м × °C).

Поскольку между слоем утеплителя и облицовкой из декоративного кирпича присутствует воздушная прослойка, слой последнего в расчет не принимается.

3 слой (силикатный кирпич): $R_3 = 0,25/0,87 = 0,287 \text{ м}^2 \times \text{°C/Вт}$.

4 слой (штукатурка): $R_4 = 0,02/0,87 = 0,023 \text{ м}^2 \times \text{°C/Вт}$.

Определение минимально допустимого (требуемого) термического сопротивления теплоизоляционного материала (формула 5.6 Е.Г. Малявина «Теплопотери здания. Справочное пособие»):

$$R_{\text{тр.ут.}} = R_{\text{тр}0} - (R_{\text{int}} + R_{\text{ext}} + \Sigma R_i)$$

$$R_{\text{тр.ут.}} = 3,812 - (1/8,7 + 1/10,8 + 0,287 + 0,023) = \\ 3,812 - (0,115 + 0,093 + 0,31) = 3,812 - 0,518 = 3,294,$$

где $R_{\text{int}} = 1/\alpha_{\text{int}} = 1/8,7 = 0,115$ – сопротивление теплообмену на внутренней поверхности α_{int} принимается по табл. 4 [1]; $R_{\text{ext}} = 1/\alpha_{\text{ext}} = 1/10,8 = 0,093$ – сопротивление теплообмену на наружной поверхности, α_{ext} (коэффициент теплопередачи) принимается 10,8 на поверхности конструкции, обращенной в сторону вентилируемой наружным воздухом прослойки; $\Sigma R_i = 0,287 + 0,023 = 0,31$ – сумма термических сопротивлений всех слоев стены без слоя утеплителя, определенных с учетом коэффициентов теплопроводности материалов, принятых по графе А или Б (столбцы 8 и 9 табл. Д1 СП 23-101-2004) в соответствии с влажностными условиями эксплуатации стены, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$

Толщина утеплителя (3) равна (формула 5,7 [5]):

$$3 = \lambda_{\text{ут}} * R_{\text{тр.ут.}}$$

$$3 = 0,085 * 3,294 = 0,280 \text{ м} = 280 \text{ мм},$$

где $\lambda_{\text{ут}}$ – коэффициент теплопроводности материала утеплителя, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$.

Подбор толщины утеплителя, исходя из стандартных размеров строительных материалов и проверка правильности подбора.

Как и в предыдущем примере, исходя из геометрических размеров выпускаемых строительных материалов, принимаем слой утеплителя – 300 мм.

Определение термического сопротивления стены для толщины утеплителя в 300 мм (формула 5.8 [5]):

$$R_0 = R_{\text{int}} + R_{\text{ext}} + \Sigma R_{\text{т},i}$$

$$R_0 = 1/8,7 + 1/10,8 + 0,3/0,085 + 0,287 + 0,023 \\ = 0,115 + 0,043 + 3,529 + 0,287 + 0,023 = 3,997,$$

где $\Sigma R_{\text{т},i}$ – сумма термических сопротивлений всех слоев ограждения, в том числе и слоя утеплителя, принятой конструктивной толщины, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$.

Из полученного результата можно сделать вывод, что

$R_0 = 3,997 \text{ м}^2 \times \text{°C}/\text{Вт} > R_{\text{тр}0} = 3,812 \text{ м}^2 \times \text{°C}/\text{Вт} \rightarrow$ следовательно, толщина утеплителя подобрана **правильно**.

4.4. Пример 3. Теплотехнический расчет однослойной стеновой конструкции

Исходные данные.

Район строительства: г. Иркутск

Назначение здания: **жилое**.

Конструкция стены – газобетонные блоки с наружной и внутренней штукатуркой.

- 1 слой – наружная штукатурка (сложный раствор) 20 мм.
- 2 слой – газобетонные блоки (толщина неизвестна).
- 3 слой – внутренняя штукатурка (сложный раствор) – (20 мм).

Таблица 6

Теплофизические характеристики строительных материалов

№ слоя	Материал	№ позиции прил. Д (3)	Толщина слоя, мм	Плотность, кг/м ³	Коэффициент теплопроводности (таблица Д1 столбец 9) (3)
1	Штукатурка (сложный раствор)	228	20	1700	0,87
2	Блоки газобетонные	201	X	400	0,15
3	Штукатурка (сложный раствор)	228	20	1700	0,87

Поскольку климатические условия остались теми же, что и в предыдущем примере, порядок расчета градусо-суток отопительного периода и требуемого сопротивления теплопередаче остается прежним.

Определение толщины слоя кладки из газобетонных блоков.

Для каждого слоя заданной стены необходимо рассчитать термическое сопротивление по формуле:

$$R_i = \delta_i / \lambda_i,$$

где δ_i – толщина слоя, мм; λ_i – расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, Вт/(м × °С).

1 слой (штукатурка): $R_1 = 0,02/0,87 = 0,023 \text{ м}^2 \cdot \text{°С}/\text{Вт}$.

3 слой (штукатурка): $R_3 = 0,02/0,87 = 0,023 \text{ м}^2 \cdot \text{°С}/\text{Вт}$.

Определение минимально допустимого (требуемого) термического сопротивления теплоизоляционного материала (формула 5.6 Е.Г. Малявина «Теплопотери здания. Справочное пособие»):

$$R_{\text{тр.ут.}} = R_{\text{тр}0} - (R_{\text{int}} + R_{\text{ext}} + \Sigma R_i)$$

$$\begin{aligned} R_{\text{тр.ут.}} &= 3,812 - (1/8,7 + 1/23 + 0,023 + 0,023) \\ &= 3,812 - (0,115 + 0,043 + 0,046) = 3,812 - 0,204 = 3,608, \end{aligned}$$

где $R_{\text{int}} = 1/\alpha_{\text{int}} = 1/8,7 = 0,115$ – сопротивление теплообмену на внутренней поверхности α_{int} принимается по таблице 4 [1]; $R_{\text{ext}} = 1/\alpha_{\text{ext}} = 1/23 = 0,043$ – сопротивление теплообмену на наружной поверхности, α_{ext} (коэффициент теплопередачи) принимается по таблице 8 [3] для наружных стен; $\Sigma R_i = 0,023 + 0,023 = 0,046$ – сумма термических сопротивлений всех слоев стены без слоя газобетона, определенных с учетом коэффициентов теплопроводности материалов, принятых по графе А или Б (столбцы 8 и 9 таблицы Д1 СП 23-101-2004) в соответствии с влажностными условиями эксплуатации стены, м²·°С/Вт

Толщина газобетона (З) равна (формула 5,7 [5]):

$$Z = \lambda_{\text{ут}} * R_{\text{тр.ут.}}$$

$$Z = 0,15 * 3,608 = 0,541 \text{ м} = 541 \text{ мм},$$

где $\lambda_{\text{ут}}$ – коэффициент теплопроводности материала утеплителя, Вт/(м·°С).

Подбор толщины слоя из газобетонных блоков, исходя из стандартных размеров строительных материалов и проверка правильности подбора.

Как правило минимальная толщина газобетонных блоков составляет 100 мм. Таким образом, для того чтобы выполнить условие энергосбережения, толщина слоя газобетонных блоков составит 600 мм.

Определение термического сопротивления стены для толщины слоя в 600 мм (формула 5.8 [5]):

$$R_0 = R_{\text{int}} + R_{\text{ext}} + \Sigma R_{\text{т},i}$$

$$R_0 = 1/8,7 + 1/23 + 0,023 + 0,6/0,15 + 0,023 \\ = 0,115 + 0,043 + 0,023 + 4 + 0,023 = 4,204,$$

где $\Sigma R_{\text{т},i}$ – сумма термических сопротивлений всех слоев ограждения, в том числе и слоя утеплителя, принятой конструктивной толщины, м²·°С/Вт.

Из полученного результата можно сделать вывод, что

$$R_0 = 4,204 \text{ м}^2 \times \text{°C} / \text{Вт} > R_{\text{тр}0} = 3,812 \text{ м}^2 \times \text{°C} / \text{Вт} \rightarrow$$

следовательно, толщина слоя подобрана **правильно**.

5. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ ИНЖЕНЕРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

5.1. Энергоэффективные системы освещения

Актуальность внедрения энергоэффективных осветительных систем обусловливается тем, что России на освещение тратится 15–17 % всей потребляемой электроэнергии. Существует несколько основных способов повышения энергетической эффективности осветительных систем, самым простым из которых является замена осветительных приборов (ламп) более эффективными.

Среди осветительных приборов наименее эффективными являются традиционные лампы накаливания. Для них характерно и высокое энергопотребление (около 95 % энергии уходит на нагрев, а остальные 5 % – в свет), и низкая световая отдача, и относительно малый срок службы (как правило, до 1 000 ч), и чувствительность к ударам и вибрациям, и сильная зависимость световой отдачи и срока службы от напряжения. К тому же лампы накаливания представляют пожарную опасность, поскольку имеют сильный нагрев (к примеру, лампа накаливания мощностью 75 Вт после 30 мин. непрерывной работы нагревается до 250 градусов). И, несмотря на все преимущества лампы накаливания (низкая стоимость, простота производства, использования и утилизации) – они являются одними из наименее энергоэффективных приборов, противоречащих всей концепции энергосбережения страны.

По сравнению с лампами накаливания гораздо более энергоэффективными являются компактные люминесцентные лампы (КЛЛ). Преимущества КЛЛ по сравнению с лампами накаливания:

- до 80 % экономии электроэнергии по сравнению с традиционными лампами накаливания. Для сравнения: световой поток будет одинаков при использовании «лампочки Ильича» в 60 Вт и от КЛЛ мощностью в 12 Вт;
- длительный срок службы – 10–12 тыс. ч;
- низкие эксплуатационные затраты из-за длительного срока службы;
- наличие гарантии;
- возможность выбора цвета свечения, т.е. цветовой температуры (теплый белый, холодный белый и т.д.);
- разнообразие цоколей (возможность прямой замены ламп накаливания);
- минимальное тепловыделение.

Недостатки КЛЛ по сравнению с лампами накаливания:

- относительно высокая стоимость;
- в трубке содержатся пары ртути, поэтому разбивать такую лампу категорически не рекомендуется, а также необходима разработка системы утилизации для отработанных ламп;
- в некоторых лампах встречается эффект замедленного включения или «разгорания»;
- зависимость от изменения напряжения питания сети.

В настоящее время наиболее энергоэффективными лампами являются светодиодные. Принцип работы основан на использовании светодиодов в качестве источника света. Светодиод (LED англ. Light-emitting diode) – полупровод-

никовый прибор, излучающий свет при пропускании через него электрического тока. Выделяемое, при этом, тепло, отводит радиатор. Таким образом, сам светодиод не нагревается. В одной лампе используется группа светодиодов на специальной плате, которая соединена с драйвером. Драйвер, в свою очередь, преобразует напряжение, поступающее из сети.

Базовые характеристики LED-ламп:

- срок службы – около 50 тыс. ч;
- светоотдача – 60–80 лм/Вт (130 лм/Вт последнее достижение фирмы Cree);

- индекс цветопередачи – 80–85.

Преимущества LED-ламп по сравнению с лампами накаливания и КЛЛ:

- высокий КПД;
- экономичность (в 6–8 раз экономичнее даже люминесцентных ламп);
- высокая механическая прочность, вибрационная стойкость ввиду отсутствия спирали и иных чувствительных составляющих;
- длительный срок службы (в 30 раз больше по сравнению с лампами накаливания). Однако по окончании заявленного срока службы лампа не сгорит, а происходит постепенное падение яркости. Т.е. лампа продолжает светить, но с меньшей яркостью;

- возможность воспроизводить различные спектральные характеристики источника света;

- независимость от скачков напряжения;
- пожарная безопасность, ввиду незначительного тепловыделения;
- отсутствие ультрафиолетового излучения и малое инфракрасное излучение;

- нечувствительность к низким и очень низким температурам;
- отсутствие ядовитых составляющих (ртуть и др.) и, следовательно, лёгкость утилизации;

Недостатки LED-ламп по сравнению с лампами накаливания:

- относительно высокая стоимость.

Помимо использования энергоэффективных ламп, повысить эффективность осветительных систем можно при использовании таких приборов как диммеры и датчики движения.

Диммер (или световой регулятор) может плавно регулировать уровень освещения в комнате. Если в комнате слишком яркое освещение – его можно уменьшить, при этом будет сберегаться электроэнергия. Использование диммеров эффективно и для комфортного освещения и для экономии электроэнергии.

Довольно широкое применение имеют также датчики движения. Их преимущества следующие:

- уменьшение расхода электроэнергии;
- большая эффективность освещения, достигаемая сокращением времени работы электрических ламп, способствующая продлению их срока службы;
- отсутствие необходимости изменять схему подключения действующих световых приборов, управляемых выключателем. Многие современные датчики движения рассчитаны на установку в обычных установочных коробках, поэто-

му, процесс замены выключателя на датчик, при их использовании предельно прост.

Применение датчиков движения целесообразно в строениях определённого типа.

1. В подвальных помещениях, гаражных боксах и кладовых, где отыскать и выключать на ощупь достаточно непросто, а освещённость от естественных источников света туда не проникает.

2. В помещениях проходного типа, где существует постоянное, но кратковременное перемещение людей: лестничная клетка, подъезд или коридор.

3. В постройках, где свет должен включаться заблаговременно до непосредственного появления людей.

4. Для улучшения комфорта, датчик движения для включения света используют в санузлах, при этом такое устройство, может, помимо осветительного прибора, включать вытяжную систему.

Не стоит забывать и о том, что правильная организация естественного освещения, а также организация, при необходимости, точечного освещения рабочих мест также позволяет экономить электроэнергию.

5.2. Повышение энергоэффективности систем отопления

Учитывая довольно суровые климатические условия на большей части территории Российской Федерации, очень значительная доля энергетических ресурсов расходуется целей отопления. Эффективность отопительных систем в существенной степени зависит от их типа, существует огромное разнообразие отопительных систем. Классифицировать отопительные системы можно по различным признакам.

Классификация по типу источника тепла (виду используемого топлива).

1. Газовые. Газ – относительно недорогой источник энергии (имеется в виду магистральный газ, так как сжиженный газ по стоимости уже сравним с другими источниками энергии). На его основе можно реализовать практически любую схему отопления, от горелки в печи до газовых конвекторов и инфракрасных обогревателей. Основной недостаток газа в том, что не всегда он есть, точнее не всегда есть возможность его провести за приемлемую сумму. Ещё одним недостатком газового отопления является необходимость согласования проекта с газовыми службами.

2. Электрические. Электричество так же позволяет реализовать огромное количество вариантов и схем отопления. От подобных газовых схем электрические варианты отличаются простотой установки и соответственно меньшими капиталовложениями. Минусом электрического отопления является цена на электричество. Для загородных домов, существенным фактором будет ограничение на потребление электроэнергии, обычно 10–15 кВт (бывает меньше) и невысокое качество электроснабжения (скачки напряжения, кратковременные отключения и пр.).

Преимущества электроотопления:

- легкость и удобство в эксплуатации;
- небольшие размеры отопительных приборов и отсутствие необходимости специального ухода за ними;
- возможность эффективного регулирования подачи тепла;
- быстрота нагрева воздуха;
- высокий уровень экологической чистоты и гигиеничности электрического оборудования;
- низкий уровень шума системы отопления, так как ее функционирование не нуждается в использовании циркуляционных насосов;
- эстетичность электрического оборудования;
- легкий монтаж.

Недостатки электроотопления:

- относительно высокие эксплуатационные расходы;
- перебои электроэнергии вызывают нестабильность электрических систем.

3. Твёрдотопливные (пеллетные, дровяные, угольные). Там, где нет магистрального газа, и есть проблемы с электричеством, твердотопливные варианты отопления станут отличным решением вопроса. Современное оборудование для автоматизации и дозирования очень сильно упрощает процесс топки. Общий недостаток для твердого и жидкого топлива, а также для сжиженного газа – то, что топливо придется возить и хранить. Да и цена, относительно магистрального газа, у этих энергоносителей высокая.

4. Жидкотопливные (дизтопливо, солярка, легкие сорта мазута). Ещё один вариант для автономного отопления. Современное оборудование, работающее на жидком топливе, обладает довольно высоким КПД, а системы автоматизации упрощают управление и снижают расход топлива. Однако, жидкотопливная горелка – сложное и дорогое устройство, что увеличивает капиталовложения. К недостаткам также относятся высокая цена жидкого топлива и необходимость его транспортировки и хранения.

5. Комбинированные – системы, в которых для обогрева помещения используются различные виды топлива. Например, радиаторную водяную систему с газовым котлом можно дополнить электрическим теплым полом или инфракрасными обогревателями. Все зависит от конкретных условий, требуемых параметров микроклимата.

Сюда же относятся системы с комбинированными (многотопливными) котлами. Такие котлы могут работать на двух, трех и даже четырех видах топлива. Очевидно, что такой котёл увеличивает бесперебойность и автономность системы. Так же очевидно, что стоимость таких агрегатов (и их ремонта) будет существенно выше, и чем больше вариантов топлива, которое может «съесть» такой котел, тем выше цена.

6. Альтернативные системы используют энергию земли и (или) солнца. Это почти автономные, очень экологичные и экономичные системы отопления. Главные недостатки таких систем – сложность и высокая стоимость проектирования и монтажа.

Классификация по принципу передачи тепла.

1. Конвективное отопление. К нему относятся все виды отопления, в которых тепловая энергия передается благодаря перемещению объемов горячего и холодного воздуха. Теплый воздушный поток устремляется вверх, холодный, остывший воздух опускается вниз. Отсюда и основной недостаток конвективного отопления – большой перепад температур в помещении, т.е. высокая температура воздуха под потолком и низкая у пола. Самым ярким примером является отопление с помощью тепловых пушек и тепловентиляторов.

2. Инфракрасное (лучистое) отопление – вид отопления, при котором тепло передается излучением. Отопительные приборы размещают непосредственно над или под обогреваемой зоной. Основной недостаток – то, что при неправильном расчете (монтаже) и эксплуатации (длительное использование) можно получить перегрев предметов и тела человека.

3. Конвективно-лучистое. Большинство отопительных приборов (радиаторы, конвекторы, теплые полы и стены) являются конвективно-лучистыми, но соотношение конвекции и излучения у всех разное.

При выборе способа отопления важно учесть, что оптимальным и наиболее комфортным считается примерно равное (50/50) соотношение конвективного и лучистого тепла.

Классификация по виду теплоносителя.

Теплоноситель – вещество, применяемое для передачи тепловой энергии. По типу теплоносителя системы отопления можно разделить на водяные (жидкостные), паровые, воздушные и комбинированные. В некоторых случаях теплоноситель отсутствует, например, инфракрасное отопление.

1. Водяное отопление.

Водяные отопительные системы – самый распространенный вид централизованного и местного отопления. Данный вид отопления корректнее называть «традиционным», поскольку теплоносителем может быть не только вода, но и любая другая теплоемкая жидкость, отвечающая определенным физико-химическим требованиям.

Такой термин обуславливает широта распространения водяных отопительных систем. В подобных системах жидкий теплоноситель (в большинстве случаев аэрированная вода) нагревается до определенных температур, проходит по отопительным приборам и трубопроводам, осуществляя теплообмен с воздухом в помещении.

Преимущества водяного отопления

Популярность водяных систем отопления вызвано целым рядом их достоинств:

– экономичный расход и дешевая стоимость материалов (при обустройстве водяных трубопроводов используются трубы меньшего диаметра, чем для воздушных);

– высокая теплоемкость теплоносителей (в воде содержится гораздо больше тепла, чем в других теплоносителях, поскольку теплоемкость воды в 4 000 раз выше, чем теплоемкость воздуха, нагретого до такой же температуры).

Недостатки водяного отопления

Основные недостатки водяных систем отопления по сравнению с другими видами искусственного обогрева помещения заключаются в трудоемкости его монтажа и дальнейшей эксплуатации. Связано это с тем, что обустройство водяных трубопроводов осуществляется только при возведении здания или его капитальном ремонте, поскольку необходимы сложные строительные работы.

Кроме того, бесперебойную работу водяных отопительных систем обеспечивает постоянный нагрев теплоносителя, то есть необходим непрерывный контроль над функционированием теплового генератора.

Неудобства использования традиционных систем отопления ожидают и тех, кто на долговременный период покидает свое жилище. Перед длительным отбытием всю воду из отопительной системы необходимо слить, так как при отрицательных температурах воздуха жидкость может замерзнуть, что вызовет разрыв трубопровода. Но и отсутствие воды в системе тоже не приветствуется, поскольку в заполненных воздухом трубах гораздо интенсивнее начнут протекать коррозионные процессы.

2. Паровое отопление.

Сейчас паровое отопление в жилых и общественных зданиях не применяется, из-за травмоопасности (температура пара 130 С⁰). Чаще оно встречается на предприятиях, где пар применяется для производственных нужд или является побочным продуктом производства. Хотя, запрета на применение парового отопления в частных домах нет. Для парового отопления можно использовать все виды энергоносителей, кроме альтернативных (во всяком случае, пока). В качестве отопительных приборов используются радиаторы, конвекторы или трубы. С появлением инфракрасных панелей, возможно, паровое отопление найдет новое применение.

3. Воздушные системы отопления.

К воздушным системам относят системы, в которых теплоносителем является нагретый воздух. Они делятся на централизованные системы и локальные (местные).

Местные системы воздушного отопления

В локальных системах нагревание и подача воздуха производится непосредственно в отапливаемом помещении при помощи отопительных и отопительно-вентиляционных приборов.

По сути, в большинстве местных воздушных систем теплоноситель отсутствует (нет переноса тепловой энергии от источника тепла), поэтому к системам с воздушным теплоносителем их можно отнести лишь условно. Примером локальной системы воздушного отопления являются установленные в каждой комнате тепловентиляторы. Также сюда относятся тепловые завесы, тепловые пушки и калориферы.

Центральные системы воздушного отопления

В централизованных системах воздух нагревается в воздухонагревательной установке и по каналам подается в помещения. В качестве топлива в таких системах можно использовать все виды энергоносителей.

4. Огневоздушное отопление

К этому виду отопления относятся печное и каминное отопление. В таком отоплении теплоноситель либо практически отсутствует, либо им являются горячие дымовые газы. Примерами тепловых агрегатов служат различного вида кирпичные (русская, шведка, голландка и т.д.) и металлические печи (буржуйки, Булерьян, печи на отработке и пр.), открытые и закрытые камины. В зависимости от конструкции агрегата, топить можно практически чем угодно, лишь бы горело.

Классификация по виду отопительных приборов.

Отопительный прибор – устройство для обогрева помещения путём передачи теплоты от теплоносителя, поступающего от источника теплоты, в окружающую среду. По виду отопительных приборов выделяют:

- радиаторное отопление;
- конвекторное отопление;
- тепловентиляторы, тепловые пушки, тепловые завесы;
- система «теплый пол (стены)»;
- плинтусное отопление;
- инфракрасное отопление;
- комбинированные системы.

6. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Человечество использует для выработки энергии невозобновляемые источники энергии – уголь, газ, нефть. Запасов, которых может не хватить уже для живущего поколения, поэтому энергоносители постоянно дорожают.

При этом практически любые природные факторы можно превратить в энергию: солнце, ветер, движения воды, тепло недр, разложение биомассы. Такие источники энергии принято называть альтернативными. В России наиболее актуально использование энергии солнца, ветра и тепло недр и воздуха. Энергия воды – приливная, напорная, геотермальные источники сложны в реализации технически, возможны проблемы с использованием недр за границами участка.

6.1. Использование энергии ветра

Энергию ветра люди используют издавна, достаточно вспомнить такие устройства, как парус и ветряная мельница. Однако более эффективно энергию ветра научились использовать 40 лет назад со строительством ветряных электростанций. Ветровой генератор представляет собой систему лопастей, соединенных с генератором через редуктор или напрямую. Приемлемых показателей ветрогенераторы достигают при высоте мачты более 15 метров, что в условиях частного дома обустроить проблематично. Низкие мачты «работают» 15 % дней в году, высокие – до 30 %.

Современные разработки формы лопастей приспособили ветрогенераторы под все условия эксплуатации и движения воздуха. Ветрогенераторы бывают тихоходные, быстроходные и роторные.

Тихоходные предназначены для скоростей ветра 2–6 м/с, представляют собой ветровое колесо с большим количеством лопастей 15–30 шт. Они отличаются низким шумом, хорошо запускаются в малый ветер, однако обладают малым КПД и большой парусностью.

Быстроходные рассчитаны под ветер 5–15 м/с, имеют 3–4 лопасти. Отличаются высоким КПД и шумом, и являются самыми распространенными в мире. Роторные ветрогенераторы представляют собой бочку с вертикальными лопастями. Не требуют ориентирования по ветру, обладают самым низким уровнем шумов, но отличаются самым низким КПД.

6.2. Использование энергии солнца

Солнечная энергия является самым перспективным источником неиссякаемой энергии. За год на поверхность земли попадает солнечного излучения в 30 000 раз больше, чем годовое потребление электроэнергии всем населением планеты. Ведутся постоянные работы по улучшению КПД фотоэлектрических преобразователей и гелиоустановок. Это позволяет использовать их для промышленной выработки электрической энергии.

Возможно самостоятельное изготовление фотоэлектрических панелей и гелиоустановок нагрева воды. Однако параметры таких установок составляют в лучшем случае 40 % от промышленных моделей. Особенно требовательны к качеству изготовления гелиоустановки нагрева воды. Промышленные с ваку-

умными трубками позволяют греть воду для отопления и бытовых нужд даже в морозы, было бы солнце.

Принципиально энергию солнца можно использовать двумя способами.

1. Непосредственное использование солнечной энергии для нагрева. Данный способ предполагает нагрев теплоносителя (в качестве которого выступает воздух, вода, незамерзающая жидкость), а затем нагретый теплоноситель используется для хозяйственных нужд (как правило, для целей горячего водоснабжения или отопления).

2. Энергия солнца используется для выработки электроэнергии, а затем уже электроэнергия используется для работы бытовых электроприборов.

Гелиоустановки можно разделить на установки прямого и косвенного нагрева. Прямой – это теплицы, парники, баки нагрева воды на солнце. Застекленная лоджия или веранда тоже является источником тепла, только используется оно нерационально. Косвенный нагрев позволяет разместить установку выработки тепла на солнце в удобном месте – крыша, любое открытое место. Чаще всего в качестве теплоносителя используются незамерзающие жидкости, передача тепла происходит в теплообменниках – накопителях, откуда ведется водоразбор на бытовые нужды и отопление.

Современные гелиоустановки производятся двух типов – трубчатые и плоские. Плоские представляют собой ящик со спиралевидным зачерненным нагревательным элементом, чаще медной трубкой. Спираль термоизолирована с трех сторон, со стороны солнца накрыта стеклом. Такая установка дешева, доступна для самостоятельного изготовления, но имеет низкий КПД. В качестве теплоносителя используется вода либо незамерзающий теплоноситель.

Трубчатые представляют собой блок параллельных трубок от 1,3 до 4 м высотой. Количество набирается любое благодаря легкости сопряжения трубок со сборным коллектором методом сухого соединения, при котором набор трубок и их замена происходит во время эксплуатации. Трубка представляет собой стеклянную вакуумную колбу с внутренней черной трубкой светопоглощения, наполненную специальным теплоносителем с низкой температурой кипения, повышающим КПД установки. Трубчатые гелиоустановки на 30 % экономичнее плоских, но дороже при покупке. Для эффективной работы комплектуются насосом, системой термоизолированных трубопроводов, теплообменником. Монтируется такая панель стационарно ввиду большого веса – до 300 кг с наклоном к горизонту, для широты Москвы – 30 градусов.

Для средней полосы России наибольшее практическое применение в индивидуальном строительстве находят трубчатые гелиоустановки нагрева воды, эффективно работающие при любой температуре воздуха. Способны обеспечить не только потребность в горячей воде, но и участвовать в отоплении.

Солнечная энергия широко используется для выработки электроэнергии. При этом используются два основных типа приборов.

1. Фотоэлектрические преобразователи (солнечные панели). Такие приборы позволяют напрямую преобразовать солнечную энергию в электрический ток.

2. Гелиоэлектростанции. При работе таких электростанций происходит нагрев теплоносителя путем концентрации энергии солнца при помощи систе-

мы зеркал. Затем энергия нагрева теплоносителя используется для выработки электроэнергии.

6.3. Использование тепла земли

Для извлечения энергии, содержащейся в среде с низкотемпературным потенциалом используются тепловые насосы. Принцип действия тепловых насосов основан на сборе любого низкотемпературного потенциала и превращения его в тепло. Для работы теплового насоса подходит все, от чего можно взять положительную температуру: грунт, вода – скважина или водоем, воздух. Согласно законам физики, тепло передается от нагретого тела к тому, что имеет меньшую температуру. Но, возможен обратный процесс, при условии использования для этого дополнительной энергии.

При работе тепловой насос использует принцип обратного цикла Карно: вещество, при испарении, поглощает тепло, а после конденсации на поверхности, отдает его. Именно этот закон лежит в основе холодильников и кондиционеров. При работе теплового насоса происходят те же физические процессы, что в компрессоре холодильника, только наоборот, вырабатывается не холод, а тепло. В замкнутом контуре циркулирует жидкость с низкой температурой кипения, отбирая тепло у окружающей среды закипает, конденсируясь – отдает тепло дому.

Однако нужно критически подходить к оценке возможности таких систем отопления. Температура на выходе теплового насоса – 40–60 °С, чаще 40 °С, что хорошо подходит для теплых полов, но не для радиаторного отопления.

6.4. Использование тепла воздуха

Одним из наиболее простых в реализации является воздушный тепловой насос. Он не требует проведения масштабных земляных работ, бурения скважин, устройства сложной системы трубопроводов. Низкотемпературный воздушный теплонасос работает как кондиционер, только в «обратную сторону».

Любое, даже охлажденное тело, имеет высоко или низко потенциальную энергию. Даже при отрицательной температуре, в воздухе содержится определенное количество тепла. При –15 °С, теплее, чем при –25 °С. При –5 °С, еще больше тепла находится в воздухе. Принцип работы воздушного теплового насоса позволяет извлечь то небольшое количество тепловой энергии, которое остается в зимнее время года и передать его в помещение. В наружном блоке, установленном на улице, расположен змеевик с испарителем. Внутри контура циркулирует фреон – жидкость, которая свободно переходит в газообразное состояние и обратно. Фреон испаряют, при этом поглощается то тепло, которое остается даже при отрицательных температурах.

Газ поступает в компрессор. В компрессоре создается высокое давление и условия для преобразования фреона обратно в жидкость. Под давлением, фреон разогревается и поступает в конденсатор. В блоке газ окончательно становится жидкостью, отдав при этом все тепло, которое получил во внешнем блоке, установленном на улице.

Фреон, по замкнутому контуру, обратно возвращается в испаритель. Существует зависимость тепловой мощности воздушно-водяного теплового насоса от температуры наружного воздуха. По этой причине, производители предусматривают подключение к тепловому насосу дополнительного отопительного оборудования, которое компенсирует недостатки тепловой энергии при падении наружной температуры ниже $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Работа в условиях холода продолжается, хотя и с меньшей эффективностью.

Для извлечения тепла, находящегося в воздухе, применяют два основных вида тепловых насосов.

1. Тепловые воздушно-водяные насосы.

Бытовые системы теплоснабжения и ГВС, на базе воздушных тепловых насосов, очень эффективны для применения в умеренных широтах РФ. Средний COP (коэффициент преобразования) – 3. Получается, что на каждый потраченный 1 кВт, приходится 3 кВт продуцируемой тепловой энергии. Принцип работы такой же, как и в насосах других модификаций, но с определенными отличиями:

- конденсатор располагают внутри бойлера накопителя, соединенного с системой отопления и ГВС;

- тепло, выделяемое при конденсации фреона, используется для косвенного нагрева теплоносителя;

- с помощью циркуляционного насоса, нагретый теплоноситель поступает в систему ГВС и отопления.

2. Тепловые насосы воздушного отопления.

Тепловые насосы воздушного отопления используются для обогрева отдельных помещений. Принцип работы во многом напоминает тот, что использует тепловентилятор, только функцию греющей спирали играет конденсатор. Корпус внутреннего блока теплового насоса похож на кондиционер и также может работать на воздушное отопление и охлаждение. Потребителю предлагаются различные решения вопроса обогрева:

1. Установка отдельных независимых обогревателей.

2. Монтаж нескольких тепловых насосов, объединенных в единую сеть.

Тепловые насосы, отапливающие помещение посредством теплого воздуха, имеют следующие преимущества:

- максимальный КПД – отсутствие необходимости в предварительном нагреве теплоносителя приводит к более экономичному расходу электроэнергии. Воздух нагревается всего до температуры $20\text{--}40\text{ }^{\circ}\text{C}$, а это в свою очередь обеспечивает больший коэффициент COP;

- быстрый прогрев здания – теплый воздух начинает поступать в помещение через несколько секунд после включения;

- универсальность – оборудование можно использовать летом как кондиционер. В базовой комплектации предусмотрена функция охлаждения помещения.

При достижении критичной для работы отрицательной температуры, происходит автоматическое включение резервного источника тепла при использовании воздушного теплового насоса. Таким образом, удается компенсировать недостаток тепловой энергии.

7. ТРЕБОВАНИЯ К ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЕ МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМОВ

7.1. Основные принципы типологии МКД

Большая часть населения России, как и практически во всех развитых странах, проживает в многоквартирных домах (далее МКД). На эксплуатацию таких объектов, соответственно, тратится существенная часть энергетических ресурсов. По этой причине серьезное внимание уделяется вопросам повышения энергоэффективности именно МКД.

Различные многоквартирные дома имеют довольно существенные отличия друг от друга. В том числе такие отличия касаются, конечно, и характеристик энергоэффективности. Наличие таких отличий обусловлено прежде всего тем, что по причине такого свойства объектов недвижимости, как долговечность, в настоящее время в эксплуатации находятся дома, построенные в разные временные периоды – от XVIII–XIX вв. и до настоящего момента времени. Естественно, что за все это время менялись требования к МКД, появлялись новые строительные материалы, новые более энергоэффективные образцы инженерного оборудования.

Мероприятия, направленные на повышение энергетической эффективности МКД различных типов тоже будут отличаться. Рассмотрим основные типы МКД, находящиеся в эксплуатации в Российской Федерации.

Типология МКД – это классификация МКД по типам, которая отражает основные архитектурно-строительные (объемно-планировочные) характеристики зданий, а также уровень тепловой защиты наружных ограждающих конструкций и уровень энергетической эффективности МКД.

Типология дает возможность на основе результатов подробных выборочных обследований и инженерных расчетов для ограниченного числа наиболее распространенных типов МКД, а также на основе данных энергетических паспортов или энергетических обследований МКД экстраполировать результаты, полученные для ограниченной выборки МКД, на всю совокупность подобных МКД. Это позволяет с довольно высокой точностью, но при минимальных затратах на сбор информации формировать высококачественные программы повышения энергоэффективности в многоквартирных жилых домах, определять потребности в ресурсах для реализации таких программ и оценивать эффекты от их применения.

Важными критериями формирования типологий МКД являются:

1. Год постройки (год ввода в эксплуатацию). Постепенно менялись требования к тепловой защите МКД и к параметрам их энергетической эффективности. Поэтому, теоретически, МКД более поздней постройки должны иметь более высокие параметры теплозащиты.

2. Число этажей. Чем выше этажность МКД, тем, как правило, выше отношение отапливаемого объема к площади оболочки МКД и ниже удельный расход энергии. На практике это положение не всегда выполняется. Если в более высоких МКД велика доля площади мест общего пользования и насыщен-

ность оборудованием (лифты, насосы), то фактический удельный расход энергии в МКД с большим числом этажей может несущественно отличаться от удельного расхода в малоэтажном МКД.

3. Материал и конструктивное исполнение наружных ограждающих конструкций (наружных стен; окон и балконных дверей; верхних покрытий и чердачных перекрытий; полов на грунте и перекрытий над неотапливаемыми подвалами).

Большинство МКД России построено с использованием технологий кирпичного, панельного либо деревянного домостроения. Указанные варианты отличаются следующими характеристиками:

1. Деревянные МКД: материал наружных стен: непрофилированный, профилированный или клееный брус; толщина наружных стен: $150 \div 200$ мм; приведенное сопротивление теплопередаче наружных стен: $0,81 \div 1,0$ м²·°С/Вт.

2. Кирпичные МКД: материал наружных стен: кирпич глиняный обыкновенный; толщина наружных стен: 640 мм (2,5 кирпича); приведенное сопротивление теплопередаче наружных стен: $0,95$ м²·°С/Вт.

3. Основные теплотехнические характеристики панельных МКД:

3а) материал наружных стен: однослойные керамзитобетонные панели; толщина наружных стен: 250 мм; приведенное сопротивление теплопередаче наружных стен: $0,76$ м²·°С/Вт;

3б) материал наружных стен: трехслойные железобетонные панели с утеплителем; толщина наружных стен: 320 мм; приведенное сопротивление теплопередаче наружных стен: $1,65$ м²·°С/Вт.

4. Климатические зоны (климатические условия региона).

В России типологии зданий по уровню энергоэффективности еще не созданы. Поэтому основой типологизации МКД являются типовые проекты (типовые строительные серии), которые разрабатывались при массовом индустриальном строительстве жилых зданий.

7.2. Основные поколения индустриального домостроения в РФ

В предвоенные и первые послевоенные годы МКД в СССР строились, в основном, для коммунального заселения. В соответствии с имевшейся в те годы базой строительных материалов МКД возводили преимущественно из кирпича и, как правило, по индивидуальным проектам, в которых только иногда использовались планы типовых секций или отдельные типовые детали. Коренной поворот на пути увеличения объема жилищного строительства в СССР был сделан в 1956–1960 гг. на основе создания индустриальных методов жилищного строительства. В настоящее время выделяют четыре поколения индустриального домостроения МКД с распределением по типовым строительным сериям.

Первое поколение индустриального домостроения.

В период 1956–1960 гг. стали проектироваться и вводиться в эксплуатацию типовые МКД с квартирами для одной семьи. Такие многоквартирные дома получили название первого поколения индустриального домостроения

(хрущевки). Основные характеристики МКД первого поколения индустриального домостроения:

Число этажей: 5;

Серия 1-511: кирпич – толщина 510–640 мм, приведенное сопротивление теплопередаче $0,77–0,95 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$;

Серия К-7: трехслойные железобетонные панели с утеплителем – толщина 340 мм, приведенное сопротивление теплопередаче $1,34–1,65 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$;

Серия 1-515: однослойная керамзитобетонная панель – толщина 320–340 мм, приведенное сопротивление теплопередаче $0,77–0,79 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$;

Серии 1-510 и 1-335: керамзитобетонные блоки – толщина 400 мм, приведенное сопротивление теплопередаче $0,93 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$)

Второе поколение индустриального домостроения.

Период 1961–1965 гг. характеризуется началом проектирования домов, которые относятся ко второму поколению индустриального домостроения. Отличительной особенностью таких МКД стало увеличение этажности зданий до 9 этажей. С 1966 по 1970 г. – начало ввода в эксплуатацию МКД повышенной этажности (12 и 16), которые также относятся к второму поколению индустриального домостроения.

Основные характеристики МКД второго поколения индустриального домостроения:

Число этажей: 9, 12 или 16.

Материал наружных стен:

– трехслойные железобетонные панели с утеплителем – толщина 340 мм; приведенное сопротивление теплопередаче $1,65 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$;

– однослойная керамзитобетонная панель – толщина 320–340 мм; приведенное сопротивление теплопередаче $0,77 \div 0,79 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$;

– керамзитобетонные блоки – толщина 400 мм; приведенное сопротивление теплопередаче $0,77 \div 0,79 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$

Третье поколение индустриального домостроения.

В 1971–1999 гг. проектируются и вводятся дома, которые относятся к третьему поколению индустриального домостроения. Такие МКД характеризуются увеличением этажности до 22 этажей, а также начиная с 1996 г. – повышением тепловой защиты наружных стен за счет использования многослойных панелей с эффективным утеплителем (средний слой – пенополистиролбетон – ПСБ).

Основные характеристики МКД третьего поколения индустриального домостроения:

Число этажей: 12, 14, 16, 17, 22.

Материал наружных стен:

– однослойная керамзитобетонная панель – толщина 320–340 мм, приведенное сопротивление теплопередаче $0,77 \div 0,79 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$;

– трехслойные железобетонные панели с утеплителем ПСБ – толщина 250–280 мм, толщина слоя ПСБ – 100 мм, приведенное сопротивление теплопередаче $1,34 \div 1,65 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$).

Четвертое поколение индустриального домостроения.

С 2000 г. по настоящее время проектируются и вводятся в эксплуатацию типовые многоквартирные дома, которые относятся к четвертому поколению индустриального домостроения. Для таких МКД установлены повышенные требования к тепловой защите наружных ограждающих конструкций (наружные стены, окна и балконные двери, перекрытия над подвалами и подпольями, покрытия и чердачные перекрытия).

Тепловая защита наружных ограждающих конструкций для МКД четвертого поколения индустриального домостроения должна соответствовать требованиям современных нормативных документов в сфере тепловой защиты зданий. В практике проектирования наружных ограждающих конструкций появились новые конструктивные решения:

1. многослойные фасадные стеновые конструкции:

- с вентилируемым фасадом;
- тонким штукатурным слоем по слою утеплителя;

2. трехслойные стены с облицовочным слоем из лицевого кирпича.

Изменилась номенклатура выпускаемых стеновых панелей, в составе которых стали широко применяться эффективные теплоизоляционные материалы и изделия. Произошла существенная перестройка предприятий, производящих строительные материалы. Широкое распространение в практике проектирования и строительства получили теплоизоляционные материалы, изделия из ячеистого бетона, на смену полнотелому кирпичу пришли поризованные керамические изделия.

Основные характеристики МКД четвертого поколения индустриального домостроения:

Число этажей: 14, 17, 19, 22, 25.

Материал наружных стен:

- железобетонная панель с наружным слоем утеплителя (плиты из минеральной ваты, плиты пенополистирольные);
- железобетонная панель с навесным вентилируемым фасадом;
- трехслойные железобетонные панели с утеплителем ПСБ – толщина 250–280 мм, толщина слоя ПСБ – 150 мм. Приведенное сопротивление теплопередаче 3,71–3,81 м²·°С/Вт.

7.3. Основные показатели, характеризующие эффективность тепловой защиты наружных ограждающих конструкций

1. Приведенное сопротивление теплопередаче наружной ограждающей конструкции (наружных стен, окон и балконных дверей; перекрытий над подвалами и подпольями; покрытий и чердачных перекрытий), $R_{опр}$, м²·°С/Вт.

Приведенное сопротивление теплопередаче наружной ограждающей конструкции – это физическая величина, которая численно равна потерям тепловой энергии (теловому потоку) через 1 м² площади ограждающей конструкции при разности внутренней и наружной температур воздуха в 1°С. Приведенное сопротивление теплопередаче отражает теплозащитные (теплоизоляционные)

свойства наружных ограждающих конструкций и является ключевым показателем при расчете тепловых потерь через них

2. Температурный перепад между температурой внутреннего воздуха (измеряемой в центре жилого помещения на высоте 1 м от пола) и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, Δt °С (санитарно-гигиенический показатель).

По этому показателю можно оценить комфортность пребывания людей в помещениях зданий. В холодный период года температура внутренней поверхности ограждающей конструкции не должна быть намного ниже, чем температура воздуха в помещении. Иначе, находясь вблизи стены или окна, человек будет испытывать дискомфорт (чувство холода) из-за отвода тепла от своего тела в сторону холодной внутренней поверхности ограждающей конструкции. Кроме того, по санитарно-гигиеническому показателю проводят проверку на невыпадение конденсата на внутренней поверхности ограждающей конструкции. Если температурный перепад Δt больше нормируемого значения, то возможно образования конденсата на внутренней поверхности ограждающей конструкции. Это негативно скажется на влажностном режиме помещений (появление плесени, грибка) и на комфортном пребывании людей в этих помещениях

3. Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период, q , кВт·ч/м² (Гкал/м²).

Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период рассчитывается по формуле:

$$q = Q_0 / A_{\text{кв}} + A_{\text{нж}},$$

где Q_0 – потребление тепловой энергии на отопление и вентиляцию многоквартирного дома, кВт·ч (Гкал); $A_{\text{кв}} + A_{\text{нж}}$ – площадь помещений многоквартирного дома, не отнесенных к общему имуществу МКД (общая площадь жилых помещений и полезная площадь нежилых помещений), м²; $A_{\text{кв}}$ – общая площадь жилых помещений (квартир) МКД, м²; $A_{\text{нж}}$ – полезная площадь нежилых помещений МКД, м².

Согласно требованиям нормативных документов Российской Федерации, тепловая защита наружных ограждающих конструкций зданий должна отвечать не одному, а нескольким условиям:

Условие «А»: Приведенное сопротивление теплопередаче отдельных ограждающих конструкций (наружных стен, окон и балконных дверей; перекрытий над подвалами и подпольями; покрытий и чердачных перекрытий) должно быть не меньше нормируемых значений (поэлементные требования).

Условие «Б»: Температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции не должен быть выше нормируемых значений (санитарно-гигиеническое требование).

Условие «В»: Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период (или удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания) должен быть не больше нормируемых значений (комплексное требование).

Согласно СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий», требования тепловой защиты жилых и общественных зданий считаются выполненными, если для них при проектировании и строительстве будут соблюдаться следующие сочетания условий:

* «А» и «Б», или * «Б» и «В».

Согласно СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003», требования тепловой защиты жилых и общественных зданий считаются выполненными, если для них при проектировании и строительстве одновременно будут соблюдаться все три условия: «А», «Б» и «В».

7.4. Эволюция нормативных требований к наружным ограждающим конструкциям зданий

В 1954 г. Госстрой СССР утвердил комплексный документ, содержащий основные нормативные требования и положения, регламентирующие проектирование и строительство во всех отраслях народного хозяйства. До 1954 г. такого комплексного нормативного документа в области строительства в СССР не было (СНиП II-В.3-54 «Строительная теплотехника»). В этом документе впервые был реализован подход, учитывающий поэлементные и санитарно-гигиенические требования к тепловой защите наружных ограждающих конструкций.

В СНиП II-А.7-71 «Строительная теплотехника. Нормы проектирования» впервые появляется условие, связанное с экономическим обоснованием требуемого уровня сопротивления теплопередаче (тепловой изоляции) наружных ограждающих конструкций зданий.

Однако применение экономических расчетов при выборе оптимальных проектных решений для тепловой защиты наружных ограждающих конструкций зданий носило крайне ограниченный характер (по причине незначительной стоимости тепловой энергии в СССР и отсутствия ежегодного роста тарифов на нее).

Существенные изменения произошли в практике проектирования ограждающих конструкций в 1995 г., когда была переиздана редакция СНиП II-3-79 «Строительная теплотехника». Новая редакция стандарта стала отмечаться звездочкой (СНиП II-3-79*), которая показывала, что документ имеет существенные изменения и дополнения.

В СНиП II-3-79* «Строительная теплотехника» впервые появляется условие, связанное с энергосбережением и повышением энергетической эффективности при определении приведенного сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций зданий.

Таким образом, начиная с 1995 г., при выборе уровня тепловой защиты зданий приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций должно быть не ниже:

- требуемого для поддержания комфортных условий проживания;
- требуемого для обеспечения условия энергосбережения, зависящего от климатических условий региона, где находится МКД.

Кроме того, в СНиП II-3-79* «Строительная теплотехника» впервые приводится зависимость требуемого сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций от градусо-суток отопительного периода региона, в котором расположено здание (учитываются климатические условия региона).

С 1 октября 2003 г. на смену переработанной редакции СНиП II-3-79* «Строительная теплотехника» был введен в действие СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий». Этот нормативный документ закрепил все нововведения, которые были отражены в СНиП II-3-79* «Строительная теплотехника», и добавил к ним дополнительные требования, имеющие существенное значение. СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» была установлена взаимосвязь между тепловой защитой наружных ограждающих конструкций зданий и их инженерными системами (система отопления), и этот комплекс (тепловая защита и система отопления) рассматривался как единая энергетическая система здания.

Такая возможность появилась за счет введения нового показателя «удельный расход тепловой энергии на отопление здания», который позволял «играть» величинами теплозащитных свойств различных видов наружных ограждающих конструкций с учетом объемно-планировочных решений и выбора инженерных систем для достижения нормируемого значения этого показателя.

СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» был очень прогрессивным документом. Он соответствовал или даже превышал по многим характеристикам аналогичные документы, принятые или действовавшие в развитых странах. В нем впервые в российской практике:

- энергетическая эффективность жилых и общественных зданий стала оцениваться по отклонению расчетного (фактического) удельного расхода тепловой энергии на отопление здания от нормативного значения;

- на федеральном уровне по величине отклонения (новым, реконструированным и эксплуатируемым зданиям) присваивался класс энергетической эффективности;

- появились разделы, посвященные контролю нормируемых показателей тепловой защиты зданий и методике заполнения энергетического паспорта.

СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003». На сегодняшний день это последняя трансформация стандарта, посвященного проектированию тепловой защиты наружных ограждающих конструкций зданий. К сожалению, этот документ не продвинул Россию вперед в плане повышения теплозащиты зданий, что привело к существенному отставанию от многих стран. СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003» имеет серьезные недостатки, которые существенно снижают его практическую ценность.

Согласно требованиям этих федеральных законов, вместо строительных норм и правил (СНиП) стали разрабатываться различного рода своды правил (СП), стандарты организаций (СТО) и прочие документы, которые замещали или дополняли – частично или полностью – требования традиционных нормативных документов (СНиП, ГОСТ).

Эти нормативные документы подлежат обязательному исполнению только в части, соответствующей определенным целям:

- защиты жизни или здоровья граждан, имущества физических или юридических лиц, государственного или муниципального имущества;
- охраны окружающей среды, жизни или здоровья животных и растений;
- предупреждения действий, вводящих в заблуждение приобретателей, в том числе потребителей;
- обеспечения энергетической эффективности и ресурсосбережения.

Все остальные разделы нормативных документов, направленные на достижение других целей и задач, имеют только добровольный (рекомендательный) характер.

В СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003» основные требования к сопротивлению теплопередаче наружных ограждающих конструкций, а также к нормируемому температурному перепаду между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждения остались без изменений.

Однако несмотря на практически полную идентичность величин сопротивления теплопередаче в обоих нормативных документах, нормируемые требования к уровню тепловой защиты наружных ограждающих конструкций в СП 50.13330.2012 оказались ниже аналогичных требований в СНиП 23-02-2003 из-за введения поправочного коэффициента mP .

Также был актуализирован и свод правил по строительной климатологии (СП 131.13330.2012 «Строительная климатология. Актуализированная версия СНиП 23-01-99*»). Согласно актуализированной редакции свода правил по строительной климатологии в Москве, Санкт-Петербурге и во многих других населенных пунктах России резко «потеплело», а продолжительность отопительного периода сократилась. Ввиду уменьшения ГСОП также изменились нормативные требования к уровню нормируемого сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций зданий.

Нормируемое значение удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий в СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003» оказалось завышенным, как минимум, на 36 % по сравнению с требованиями предыдущей редакции этого нормативного документа.

В СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003» классы энергетической эффективности зданий заменены на классы энергосбережения, которые устанавливаются по величине отклонения расчетной (фактической) удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания от нормируемого значения. В результате зданиям, где не было реализовано никаких мер по энергосбережению и которые простояли без капитального ремонта десятки лет, присваивается пусть и низкий, но все же «класс энергосбережения».

Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 17 ноября 2017 г. № 1550/пр «Об утверждении Требований энергетической эффективности зданий, строений, сооружений»

прямо не задает новых нормативных требований по теплозащите зданий, но устанавливает график снижения удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию. В приказе отмечено, что для вновь создаваемых МКД она должна снижаться от нынешнего базового значения:

- с 1 июля 2018 г. на 20 %;
- с 1 января 2023 г. на 40 %;
- с 1 января 2028 г. на 50 %.

Для выполнения этого графика требования по теплозащите ограждающих конструкций новых МКД должны быть существенно повышены в новых версиях нормативных документов (СП) по тепловой защите зданий.

На проекты энергоэффективного ремонта МКД требование обязательного снижения удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление не распространяется.

7.5. Контроль за соблюдением нормативных требований по тепловой защите многоквартирных домов

Первый шаг по контролю за выполнением нормативных требований по теплозащите МКД – это экспертиза проектной документации объектов капитального строительства. В состав проектной документации объектов капитального строительства входит перечень мероприятий по обеспечению соблюдения требований энергетической эффективности и требований оснащенности зданий, строений, сооружений приборами учета используемых энергетических ресурсов. Экспертиза не проводится в отношении проектной документации МКД с количеством этажей не более трех, состоящих из одной или нескольких блок-секций, количество которых не превышает четырех, в каждой из которых находятся несколько квартир и помещения общего пользования, и каждая из которых имеет отдельный подъезд с выходом на территорию общего пользования.

Предметом проверок строительных конструкций зданий на соответствие требованиям законодательства, регулирующего отношения в области повышения энергетической эффективности и энергосбережения, является: указание информации о классе энергетической эффективности; обеспечение энергетической эффективности при эксплуатации МКД, их оснащенности приборами учета используемых энергетических ресурсов, проведение обязательных мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности общего имущества собственников помещений в МКД; соответствие товаров, выполняемых работ, оказываемых услуг требованиям их энергетической эффективности при размещении заказов на поставки для государственных или муниципальных нужд.

Второй шаг – натурные испытания параметров теплозащиты отдельных ограждающих конструкций. В Москве по заказу Департамента градостроительной политики в 2014 г. была разработана «Методика инструментального определения энергопотребления вводимых в эксплуатацию жилых и общественных зданий и оценки их соответствия требованиям энергетической эффективности». Пилотный опыт ее применения на 50 МКД, введенных в 2000–2010 гг., показал,

что реально МКД потребляют на 70–80 % больше энергии, чем определено в проектной документации. Данная методика позволяет осуществлять контроль за параметрами энергоэффективности при вводе здания в эксплуатацию. Результаты натурных испытаний при сдаче здания в эксплуатацию дают довольно близкие оценки для того же здания в процессе его эксплуатации. Испытания для окон и стен нескольких десятков МКД, построенных в г. Москве в 2013–2018 гг., показали, что фактическое приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций для стен многих МКД заметно ниже нормативно требуемого, что и приводит к завышению удельного расхода энергии.

Основные причины несоответствия фактических значений энергоэффективности МКД требованиям нормативной и проектной документации включают:

- ошибки и неточности в расчетах проектного приведенного сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций;
- отсутствие единой государственной методики определения фактических показателей энергетической эффективности;
- отсутствие прецедентов по наложению ответственности за недостоверную информацию в экспертных заключениях по оценке показателей энергоэффективности для зданий;
- снижение уровня профессиональной подготовки специалистов, занятых в сфере энергосбережения и повышения энергетической эффективности в строительстве.

8. ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМОВ

8.1. Общие сведения об инженерных системах МКД России

При планировании энергосберегающих мероприятий необходимо учитывать, что в многоквартирных домах должны быть обеспечены следующие показатели качества коммунальных услуг для жителей:

1) Отопление.

Температура воздуха в жилых помещениях (квартирах):

– оптимальные значения: 20–22 °С;

– допустимые значения: 18–24 °С.

Допустимая продолжительность перерыва отопления: не более 24 часов (суммарно) в течение одного месяца.

2) Горячее водоснабжение.

Температура горячей воды у водоразборных приборов (в точке водоразбора):

– минимальное значение: не ниже 60 °С;

– максимальное значение: не выше 75 °С.

Давление в системе горячего водоснабжения: 0,03–0,45 МПа (отклонение давления в системе горячего водоснабжения не допускается). Допустимая продолжительность перерыва подачи горячей воды: не более 8 часов (суммарно) в течение одного месяца (за исключением перерыва в подаче горячей воды в связи с производством ежегодных ремонтных и профилактических работ в наружных сетях горячего водоснабжения).

3) Электроснабжение.

– освещенность жилых помещений (квартир): 150 лк;

– освещенность общедомовых помещений (лестничные клетки, лифтовые холлы, вестибюли, чердаки, технические этажи, подполья и подвалы): 20 лк.

Допустимая продолжительность перерыва электроснабжения:

– не более 2 часов (при наличии двух независимых источников энергоснабжения);

– не более 24 часов (при наличии одного источника энергоснабжения).

4) Холодное водоснабжение.

Давление в системе холодного водоснабжения: 0,03–0,6 МПа (отклонение давления в системе холодного водоснабжения не допускается). Допустимая продолжительность перерыва подачи холодной воды: не более 8 часов (суммарно) в течение одного месяца.

5) Газоснабжение.

Давление в системе газоснабжения: 0,0012–0,003 МПа (отклонение давления газа более чем на 0,005 МПа не допускается).

Допустимая продолжительность перерыва подачи газа: не более 4 часов (суммарно) в течение одного месяца.

6) Водоотведение (канализация).

Допустимая продолжительность перерыва водоотведения: не более 8 часов (суммарно) в течение одного месяца.

Реализация мероприятий по повышению энергетической эффективности не должна приводить к ухудшению комфортных условий для проживания и снижению качества коммунальных услуг для жителей.

Внутридомовые инженерные системы МКД предназначены для подачи энергетических (коммунальных) ресурсов от наружных сетей (от ввода в здание) до внутриквартирных приборов и оборудования, а также приборов и оборудования в местах общего пользования, которые также являются частью этих систем.

В состав типового МКД входят следующие инженерные системы:

1. Внутридомовая система отопления – это инженерная система, состоящая из разводящих трубопроводов, вертикальных трубопроводов (стояков) и отопительных приборов. Помимо этого, в состав внутридомовой системы отопления входят запорно-регулирующие устройства, контрольно-измерительные приборы, устройства учета и регулирования потребления тепловой энергии на отопление.

2. Внутридомовая система горячего водоснабжения (ГВС) – это инженерная система, состоящая из разводящих трубопроводов, стояков, циркуляционных трубопроводов и водоразборных приборов. Также в состав внутридомовой системы ГВС входят запорно-регулирующие устройства, контрольно-измерительные приборы, устройства учета и регулирования потребления тепловой энергии на горячее водоснабжение и горячей воды.

3. Внутридомовая система холодного водоснабжения (ХВС) – это инженерная система, состоящая из разводящих трубопроводов, стояков и водоразборных приборов. Кроме того, в состав внутридомовой системы ХВС входят запорно-регулирующие устройства, контрольно-измерительные приборы и устройства учета потребления холодной воды.

4. Внутридомовая система водоотведения (канализации) – это инженерная система, состоящая из стояков и отводящих трубопроводов.

5. Внутридомовая система электроснабжения – это инженерная система, состоящая из кабельных линий, распределительных щитов, осветительных приборов и электрооборудования. Также в состав внутридомовой системы электроснабжения входят устройства учета потребления электроэнергии.

6. Система газоснабжения – это инженерная система, состоящая из разводящих трубопроводов, стояков и газоиспользующего оборудования. Помимо этого, в состав внутридомовой системы газоснабжения входят запорно-регулирующие устройства, контрольно-измерительные приборы, устройства учета потребления газа.

В большинстве регионов России в МКД энергия, прежде всего, расходуется на отопление и горячее водоснабжение.

8.2. Системы отопления МКД

В системе отопления МКД тепловая энергия используется:

- на отопление квартир;
- на отопление мест общего пользования (МОП);
- на отопление нежилых помещений (при их наличии в МКД).

Основные схемы систем отопления, которые часто применялись в жилых зданиях, спроектированных и построенных до середины 90-х гг. прошлого века (МКД первого – третьего поколения индустриального домостроения).

1. Схема зависимой системы отопления без смешивающих устройств (с непосредственным присоединением к тепловой сети).

2. Схема зависимой системы отопления с элеваторным смешением (с элеваторными узлами). В элеваторных узлах (элеваторах) к основному потоку сетевой воды, поступающей из подающего трубопровода тепловой сети, подмешивается охлажденная сетевая вода после системы отопления.

Первая функция элеваторов – понижение температуры сетевой воды, поступающей из наружной тепловой сети в МКД, до уровня допустимых температур в отопительных приборах (как правило, не более 95 °С или 105 °С).

Вторая функция элеваторов – понижение давления сетевой воды, поступающей из наружной тепловой сети в МКД, до уровня допустимых давлений в отопительных приборах (как правило, не более 0,6 МПа или 1,0 МПа).

Третья функция элеваторов – поддержание перепада давлений (располагаемый напор) между подающим и обратным трубопроводом на вводе в МКД на уровне не ниже 0,15 МПа для обеспечения нормальной циркуляции сетевой воды в системе отопления.

Такие системы отопления просты по конструкции, а также дешевы по капитальным и эксплуатационным затратам. Работа таких систем отопления не зависит от подачи электрической энергии в МКД от наружных электрических сетей. Однако эти системы отопления имеют существенный недостаток: невозможно регулировать отпуск тепловой энергии на отопление в зависимости от температуры наружного воздуха. Они не предназначены для погодного регулирования отопительной тепловой нагрузки непосредственно в МКД. Соответственно в них практически невозможно устранить как переотапливание («перетоп»), так и недоотапливание («недотоп») МКД со стороны теплоснабжающих организаций.

На практике в таких системах довольно часто применяется регулирование отпуска тепловой энергии на отопление с помощью запорной арматуры (задвижек), установленных на вводе в МКД. Но следует учитывать, что регулирование отпуска тепловой энергии посредством запорной арматуры может привести к нарушению циркуляции сетевой воды в системе отопления МКД (неравномерный прогрев отопительных приборов; прекращение отопления в квартирах, наиболее удаленных от элеваторных узлов). Кроме того, регулирование отпуска тепловой энергии посредством запорной арматуры МКД приводит к изменению гидравлического режима тепловой сети. Поэтому регулирование отпуска тепловой энергии с помощью запорной арматуры (задвижек), установленной на вводе в МКД, запрещено действующими нормативными документами.

Таким образом, описанные системы отопления являются морально устаревшими, не соответствуют требованиям действующих нормативных документов России и при капитальном ремонте МКД подлежат полному переоборудованию (замене).

Более современными схемами систем отопления МКД являются следующие:

1. Схема зависимой системы отопления с насосным смешением. В такой системе отопления для подмешивания устанавливается смесительный насос, который выполняет все функции элеваторов.

2. Схема системы отопления с независимым присоединением к тепловой сети. В этой системе отопления устанавливается теплообменный аппарат (отопительный подогреватель), в который поступает сетевая вода из подающего трубопровода тепловой сети. В отопительном подогревателе осуществляется нагрев теплоносителя для циркуляции во внутридомовой системе отопления. Таким образом, в системе отопления с независимым присоединением к тепловой сети имеются два контура: в наружном контуре осуществляется циркуляция сетевой воды из тепловой сети для нагрева теплоносителя для внутридомовой системы отопления, а в другом (внутреннем) контуре осуществляется циркуляция теплоносителя непосредственно во внутридомовой системе отопления.

Представленные системы отопления более сложные по конструкции, а также более дорогие по капитальным и эксплуатационным затратам. К дополнительным эксплуатационным затратам в этих системах отопления относится постоянный расход электроэнергии на привод насосного оборудования.

Преимущество таких систем отопления в том, что имеется возможность регулировать отпуск тепловой энергии на отопление в зависимости от температуры наружного воздуха. Эти системы отопления можно использовать для погодного регулирования отопительной тепловой нагрузки непосредственно в МКД. Для этого системы отопления необходимо только оборудовать современной автоматикой (датчиками температур, регуляторами расхода и перепада давления, контроллерами).

Такие системы отопления соответствуют требованиям действующих нормативных документов Российской Федерации и при капитальном ремонте МКД подлежат только частичному переоборудованию (модернизации).

В действующих нормативных документах Российской Федерации приведены основные требования к энергетической эффективности внутридомовых систем отопления, согласно которым системы внутреннего теплоснабжения зданий следует присоединять к тепловым сетям централизованного источника теплоты через автоматизированные тепловые пункты, обеспечивающие автоматическое регулирование потребления теплоты в системах отопления и вентиляции в зависимости от изменения температуры наружного воздуха и поддержания заданной температуры горячей воды в системах горячего водоснабжения.

Присоединение систем внутреннего теплоснабжения через элеваторный узел не допускается.

8.3. Системы горячего водоснабжения МКД

В системе горячего водоснабжения МКД тепловая энергия используется:

- на нагрев горячей воды для бытового горячего водоснабжения квартир;
- на нагрев горячей воды для горячего водоснабжения нежилых помещений (при наличии в МКД).

Наиболее распространенными схемами систем горячего водоснабжения МКД, которые используются с 30-х гг. прошлого века по настоящее время являются:

1. Схема тупиковой открытой системы ГВС (с отбором сетевой воды на горячее водоснабжение непосредственно из тепловой сети).

2. Схема закрытой системы ГВС (с циркуляционным трубопроводом и насосом).

Тупиковые открытые системы ГВС просты по конструкции, а также дешевы по капитальным затратам. Однако эти системы горячего водоснабжения имеют существенные недостатки.

В таких системах горячая вода, идущая к водоразборным приборам МКД, поступает из подающего или обратного трубопровода тепловой сети. Соответственно, в системы отопления и горячего водоснабжения МКД поступает один и тот же теплоноситель. При этом когда горячая вода отбирается только из подающего трубопровода тепловой сети, ее фактические параметры (температура, давление) нередко намного превышают нормативные значения.

Завышение (перегрев) температуры горячей воды приводит к дополнительному расходу тепловой энергии в системе горячего водоснабжения МКД. Также из-за высокой температуры горячей воды (выше 75 °С) возрастает риск получения ожогов жителями МКД при проведении санитарно-гигиенических процедур.

Завышение давления в системе ГВС приводит к увеличению расхода горячей воды в МКД.

В тупиковой системе ГВС имеется только подающий трубопровод, а обратный (циркуляционный) трубопровод отсутствует. Это означает, что горячая вода в таких схемах течет только при открытых водоразборных приборах. При закрытых водоразборных приборах течение горячей воды прекращается, и вода остывает. На практике это означает, что после долгого закрытия водоразборных приборов (например, ночью) при открытии кранов начинает течь не горячая, а чуть-чуть теплая вода. Приходится долго сливать воду, пока она не станет горячей. А с учетом того, что большинство квартир в МКД оборудовано индивидуальными счетчиками горячей воды, жителям приходится платить гораздо больше за коммунальную услугу горячего водоснабжения низкого качества.

В закрытых системах ГВС приготовление (нагрев) горячей воды осуществляется в теплообменных аппаратах (подогревателях горячего водоснабжения). Греющим теплоносителем является сетевая вода из тепловой сети, а нагреваемой средой – водопроводная вода. Циркуляция горячей воды в системе ГВС осуществляется при помощи насосного оборудования.

В закрытых системах ГВС при наличии качественной аппаратуры управления горячим водоснабжением (средств автоматизации) температура горячей воды поддерживается на заданном уровне. Тем самым исключается ее перегрев. Помимо этого, такая система горячего водоснабжения оборудована циркуляционным трубопроводом, который обеспечивает постоянную циркуляцию горячей воды и таким образом препятствует ее остыванию.

Закрытые системы ГВС – более сложные по конструкции, а также более дорогие по капитальным и эксплуатационным затратам.

К основным эксплуатационным затратам в этих системах горячего водоснабжения относится постоянный расход электроэнергии на привод насосного оборудования.

В действующих нормативных документах Российской Федерации приведены следующие основные требования к энергетической эффективности внутридомовых систем горячего водоснабжения:

– с 1 января 2013 г. вводимые в эксплуатацию МКД не могут быть подключены к открытым системам ГВС, а с 1 января 2022 г. использование открытых систем ГВС не допускается во всех МКД;

– в системах централизованного горячего водопровода для поддержания в местах водоразбора температуры горячей воды не ниже 60 °С, следует предусматривать систему циркуляции горячей воды в период отсутствия водоразбора.

Открытые системы ГВС (с отбором сетевой воды на горячее водоснабжение непосредственно из тепловой сети) не соответствуют требованиям действующих нормативных документов России и при капитальном ремонте МКД подлежат полному переоборудованию в закрытые системы ГВС.

Закрытые системы ГВС (с циркуляционным трубопроводом и насосом) соответствуют требованиям действующих нормативных документов России и при капитальном ремонте общего имущества МКД подлежат только частичному переоборудованию (модернизации).

Такие системы горячего водоснабжения необходимо только оборудовать современной автоматикой для поддержания температуры и давления горячей воды на заданном (нормативном) уровне.

Для выполнения требований действующих нормативно-правовых актов по переоборудованию открытых систем ГВС в закрытые и обеспечения циркуляции горячей воды в период отсутствия водоразбора при капитальном ремонте МКД необходимо реализовывать следующие мероприятия:

1. Установка автоматизированного индивидуального теплового пункта (АИТП).

2. Установка теплообменника и аппаратуры управления горячим водоснабжением (мероприятие неприменимо в случае установки АИТП в МКД).

3. Установка циркуляционного трубопровода и насоса в системе горячего водоснабжения.

8.4. Системы электроснабжения МКД

Потребление электрической энергии в МКД состоит из следующих составляющих:

1. Потребление электроэнергии для освещения и бытового электрооборудования квартир.

2. Освещение помещений общедомового назначения (мест общего пользования), в том числе:

– наружное освещение подъездов и придомовой территории;

- освещение лестничных площадок и лифтовых холлов;
- освещение приквартирных коридоров;
- освещение подвала (технического подполья);
- освещение чердачного помещения.

3. Потребление электрической энергии силовым оборудованием, в том числе:

- лифтовым оборудованием (при наличии в МКД);
- насосным оборудованием (при наличии в МКД).

4. Потребление электроэнергии прочим энергетическим оборудованием, в том числе:

- приборами автоматического регулирования и учета потребления тепловой энергии и воды (общедомовыми электронными теплосчетчиками, а также счетчиками горячей и холодной воды);
- системами пожарной сигнализации и диспетчеризации (при наличии в здании);
- приточно-вытяжными системами принудительной вентиляции и кондиционирования нежилых помещений (при наличии в МКД).

Электроснабжение МКД осуществляется от наружной электрической сети напряжением 380/220 В, через главный распределительный щит (ГРЩ) или вводно-распределительное устройство (ВРУ), в котором производится распределение питающих линий внутридомовой электрической сети по группам потребителей электроэнергии.

В состав ВРУ и этажных (квартирных) щитков входят:

- электросчетчики;
- автоматические выключатели;
- УЗО (устройства защитного отключения).

Электроснабжение квартир осуществляется по питающим линиям через УЗО. В свою очередь, к питающим линиям подключаются этажные распределительные щитки, образующие групповую сеть электропитания по квартирам

Схемы электроснабжения МКД разделяются на три категории по обеспечению надежности электроснабжения.

Первая категория надежности характеризуется наличием в МКД двух питающих кабелей, подключенных к двум разным трансформаторным подстанциям (трансформаторам). При выходе из строя одного кабеля или трансформатора МКД подключается к работающему кабелю от другой трансформаторной подстанции при помощи устройства автоматического включения резерва (АВР).

К первой категории надежности относится электроснабжение тепловых пунктов с насосным оборудованием, а также лифтов в многоквартирных домах. Перерыв в подаче электрической энергии при нарушении электроснабжения от одного из источников питания может быть допущен лишь на время автоматического включения резерва. Это означает, что при установке АИТП или автоматизированного узла управления системой отопления (АУУ СО) в многоквартирном доме необходимо предусматривать:

- или организацию в МКД второго ввода питания от другой трансформаторной подстанции (очень дорогостоящее мероприятие);

– или оборудование МКД резервными источниками электроэнергии (например, дизельными генераторами);

– или не демонтировать элеваторные узлы, а оставить их в качестве резерва при отключении насосного оборудования АИТП или СО.

Вторая категория надежности, так же, как и первая, характеризуется наличием в МКД двух питающих кабелей, подключенных к двум разным трансформаторным подстанциям (трансформаторам). Но в отличие от первой категории надежности, в этом случае переключение МКД на работающий кабель другой трансформаторной подстанции осуществляется вручную дежурным персоналом.

Ко второй категории надежности относится электроснабжение МКД высотой 5 и более этажей с газовыми плитами, а также с числом квартир 9 и более, оборудованных электрическими плитами. Перерыв в подаче электрической энергии при нарушении электроснабжения от одного из источников питания допускается лишь на время, необходимое для включения резервного питания дежурным персоналом или выездной оперативной бригадой (не более 2 часов).

Третья категория надежности характеризуется наличием в МКД одного питающего кабеля, подключенного к одной трансформаторной подстанции (трансформатору). Резервный источник энергоснабжения МКД не предусматривается.

К третьей категории надежности относится электроснабжение МКД высотой до 5 этажей с газовыми плитами, а также с числом квартир 8 и менее, оборудованных электрическими плитами. Перерыв в подаче электрической энергии при нарушении электроснабжения не должен превышать 24 часов.

Для повышения энергетической эффективности внутридомовых систем электроснабжения при капитальном ремонте МКД можно реализовывать следующие мероприятия:

1. Замена светильников с лампами накаливания в МОП на энергоэффективные осветительные приборы (компактные люминесцентные лампы – КЛЛ; светодиодные осветительные приборы; индукционные лампы).

2. Замена светильников для освещения придомовой территории с дуговыми ртутными лампами (ДРЛ) на энергоэффективные осветительные приборы (дуговые натриевые трубчатые лампы – ДНаТ; светодиодные осветительные приборы).

3. Установка систем автоматического контроля и регулирования освещения в МОП (датчиков движения или датчиков присутствия).

4. Установка частотно-регулируемого привода (ЧРП) на эксплуатируемое насосное оборудование систем отопления, горячего и холодного водоснабжения (при наличии в МКД).

5. Установка устройств для компенсации реактивной мощности (УКРМ) лифтового и насосного оборудования (при наличии в МКД).

6. Замена эксплуатируемого насосного оборудования на новое энергоэффективное (со встроенным ЧРП и системой управления двигателем) в системах отопления, горячего и холодного водоснабжения.

Применение мероприятия 6 сталкивается с определенными ограничениями:

- неприменимо при отсутствии насосного оборудования в МКД;
- неприменимо в системах отопления и/или горячего водоснабжения в случае установки АИТП и АУУ СО, поскольку эти мероприятия предполагают использование энергоэффективных насосов;
- неприменимо при реализации мероприятия «Установка частотно-регулируемого привода (ЧРП) на эксплуатируемое насосное оборудование систем отопления, горячего и холодного водоснабжения».

7. Ремонт эксплуатируемого лифтового оборудования с установкой ЧРП и эффективной программы управления.

8. Замена эксплуатируемого лифтового оборудования на новое с ЧРП и эффективной программой управления.

Ограничения на применение мероприятия 8:

- неприменимо при отсутствии лифтового оборудования в МКД;
- неприменимо при реализации мероприятия «Ремонт эксплуатируемого лифтового оборудования».

9. УЧЕТ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В МКД

9.1. Общий порядок учета потребления энергетических ресурсов в МКД

При оценке эффективности работ по повышению энергетической эффективности МКД огромное значение имеет точный и достоверный учет потребления коммунальных (энергетических) ресурсов, так как без точного и достоверного учета расхода коммунальных ресурсов невозможно будет определить:

- фактическое потребление тепловой и электрической энергии на общедомовые нужды до проведения капитального ремонта МКД (то есть невозможно будет оценить базовый уровень потребления коммунальных ресурсов);
- фактическое потребление тепловой энергии и электроэнергии на общедомовые нужды после проведения капитального ремонта МКД;
- полученную экономию коммунальных ресурсов после проведения мероприятий по повышению энергетической эффективности МКД.

Таким образом, для определения фактической экономии коммунальных (энергетических) ресурсов в натуральном и стоимостном выражении должны выполняться следующие условия:

1. Наличие приборного учета расхода коммунальных ресурсов (тепловая энергия, электроэнергия на общедомовые нужды) в МКД.
2. Оплата потребленных коммунальных ресурсов осуществляется по показаниям приборов учета.

По общедомовым приборам учета фиксируется потребление энергетических ресурсов на здание в целом, без разделения на квартиры, места общего пользования и нежилые помещения. По индивидуальным приборам учета фиксируется потребление энергоресурсов непосредственно в квартирах.

В МКД, спроектированных и построенных до середины 90-х гг. прошлого века (первое-третье поколения индустриального домостроения), применяются, как правило, только общедомовые приборы учета потребления тепловой энергии. При этом общедомовой учет потребления тепловой энергии в многоквартирном доме может быть организован различными способами:

- общий учет потребления тепловой энергии, без разделения на отдельные составляющие (отопление и горячее водоснабжение);
- отдельный учет потребления тепловой энергии, когда фиксируется каждая составляющая по отдельности (отдельно отопление и отдельно горячее водоснабжение).

Что делать, если отдельный учет тепловой энергии на отопление и горячее водоснабжение (ГВС) отсутствует?

1) Если ОДПУ совместно учитывает потребление тепловой энергии на отопление и ГВС: оценить потребление теплоты на ГВС за каждый месяц отопительного периода на основе показаний ОДПУ за любой месяц летнего (неотопительного) периода, когда в расходе тепловой энергии отсутствует составляющая отопления. Затем определить расход тепловой энергии на отопление для каждого месяца отопительного периода как разность «Показания ОДПУ (всего) – потребление на ГВС (летний месяц)».

2) Если ОДПУ учитывает только потребление тепловой энергии на отопление: оценить потребление теплоты на ГВС на основе показаний общедомового прибора учета расхода горячей воды (водоразбор горячей воды, м³) и нормативного нагрева горячей воды (от температуры 5 °С до минимальной температуры в местах водоразбора – 60 °С) по формуле:

$$Q_{гвс} = V_{гвс} \cdot c_{гв} \cdot \rho_{гв} \cdot (t_{гв} - t_{хв}) \cdot (1 + K_{тп}) \cdot 10^{-6}, \text{ Гкал},$$

где $Q_{гвс}$ – потребление тепловой энергии на горячее водоснабжение, Гкал; $V_{гвс}$ – объемный расход (водоразбор) горячей воды по показаниям ОДПУ, м³; $c_{гв} = 1,0$ – массовая теплоемкость горячей воды, ккал/(кг·°С); $\rho_{гв} = 983,13$ – плотность горячей воды при температуре 60 °С, кг/м³; $t_{гв} = 60$ – минимальная температура горячей воды в местах водоразбора, °С; $t_{хв} = 5$ – минимальная температура холодной воды, °С; $K_{тп}$ – коэффициент, учитывающий тепловые потери трубопроводами внутридомовой системы ГВС (трубопроводами в подвале, стояками, циркуляционным трубопроводом). Значения коэффициента $K_{тп}$ принимаются равными: $K_{тп} = 0,2$ – при изолированных стояках и с полотенцесушителями в ванных комнатах; $K_{тп} = 0,1$ – при изолированных стояках и без полотенцесушителей в ванных комнатах; $K_{тп} = 0,3$ – при неизолированных стояках и с полотенцесушителями в ванных комнатах; $K_{тп} = 0,2$ – при неизолированных стояках и без полотенцесушителей в ванных комнатах; 10^{-6} – коэффициент перехода от единиц измерения «ккал» к единицам измерения «Гкал».

Общедомовой учет потребления электрической энергии в многоквартирном доме может быть организован следующими способами:

- общий учет потребления электроэнергии без разделения на отдельные составляющие (потребление квартирами и потребление на общедомовые нужды);
- отдельный учет потребления электроэнергии, когда фиксируется каждая составляющая по отдельности: потребление квартирами, потребление на общедомовые нужды (освещение МОП, потребление электроэнергии силовым оборудованием).

Что делать, если отдельный учет потребления электроэнергии на ОДН отсутствует?

1) При отсутствии отдельного прибора учета расход электроэнергии на общедомовые нужды определяется как разность между объемом потребления по ОДПУ и суммой объемов потребления по всем индивидуальным (квартирным) электросчетчикам в МКД.

2) При отсутствии отдельных приборов учета на освещение МОП и силовое оборудование общее потребление электроэнергии на ОДН распределяется пропорционально установленным мощностям и времени работы осветительных приборов, лифтового оборудования, насосного оборудования и прочего энергетического оборудования.

3) Если в МКД установлены приборы учета расхода электроэнергии отдельно на освещение МОП и отдельно на лифты, насосы и прочее энергетическое оборудование, то в этом случае потребление электрической энергии на ОДН определяется суммой объемов потребления по отдельным ОДПУ многоквартирного дома.

9.2. Определение показателей объема и качества коммунальных ресурсов в МКД

Для определения исходного уровня энергоэффективности многоквартирных домов, равно как и для оценки эффекта от реализации пакета энергоэффективных мероприятий, необходимо уметь определять объем потребления энергетических ресурсов как по приборам учета, так и расчетными методами – в тех случаях, когда приборов учета нет, они неисправны, или их показания по разным причинам временно не используются в коммерческих расчетах. Поставка зафиксированного объема коммунальных ресурсов должна быть полностью оплачена только при условии соответствия их качества нормативным или договорным требованиям. В главе описаны источники информации и подходы, необходимые для определения как объемов потребления, так и качества поставляемой в многоквартирный дом тепловой и электрической энергии.

Учет и контроль – это основа адекватных отношений продавца и покупателя на рынке коммунальных ресурсов. Еще в царской России практически все домовладения, подключенные к централизованному водоснабжению, были оснащены приборами учета воды, значительная их часть выпускалась в России. После революции от этого надолго отказались. Если история поквартирного учета электрической энергии довольно длительная, то процессы оснащения жилых зданий приборами учета тепловой энергии, а квартир – приборами расхода горячей воды начали интенсивно разворачиваться только в последние 15–20 лет. Поколения россиян выросли с привычкой расточительного (без счета) расходования коммунальных ресурсов. По мере развития систем учета эти особенности стиля жизни постепенно уходят в прошлое.

Решениями движет информация. Чтобы определить исходный уровень энергоэффективности многоквартирных домов (МКД) или оценить результат от реализации пакета энергоэффективных мероприятий, необходимо уметь определять объем поставленных в МКД энергетических ресурсов на основе показаний приборов учета, а при их отсутствии или неисправности – расчетными методами. Низкий удельный расход энергии не всегда является показателем эффективности ее использования. Он может быть результатом недопоставки тепловой энергии или частых отключений электрической энергии. В этом случае для компенсации дефицита теплового комфорта приходится увеличивать расход электроэнергии на электрообогревателях. И наоборот: комфортные условия проживания в неутепленном здании могут достигаться за счет избыточного использования энергетических ресурсов.

В данной главе описаны источники информации и процедуры, необходимые для определения объемов потребления и качества тепловой и электрической энергии, поставляемой в многоквартирный дом. В ней описаны виды, способы и схемы учета тепловой и электрической энергии, простые алгоритмы, позволяющие произвести расчет объемов потребления; указаны нормативно-правовые акты, регулирующие требования к учету объемов и к параметрам качества тепловой и электрической энергии.

9.3. Определение показателей объема тепловой и электрической энергии

В данной главе акцент делается на определении показателей объема тепловой энергии в целом по многоквартирному дому, а также электрической энергии в целом по многоквартирному дому, и отдельно в местах общего пользования на основании показаний приборов учета. Эти данные необходимы как для оценки исходного объема потребления энергии (базового уровня), так и для фиксации экономии, получаемой при реализации энергосберегающих мероприятий.

Объемы потребления тепловой энергии могут быть определены как для всего МКД в целом, так и для отдельного помещения:

- по фактическим показаниям приборов учета;
- по нормативам;
- по договорным значениям (на основе указанных в договоре нагрузок на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение (ГВС) по описанным в нем алгоритмам).

Последние два случая применяются, если невозможно сделать оценку по приборам учета. При наличии установленных приборов учета тепловой энергии расчетные методы могут применяться и в следующих случаях:

- непредставление акта снятия показаний в определенные договором теплоснабжения сроки;
- неоднократный отказ в допуске представителю поставщика тепловой энергии к прибору учета для снятия показаний;
- временное отсутствие прибора учета (замена, поверка и т.п.);
- выявление безучетного потребления тепловой энергии;
- превышение температуры обратной сетевой воды более чем на +3 °С против указанной в температурном графике (в этом случае определяется по перепаду температур в соответствии с графиком).

Основная идея налаживания учета – платить согласно реальному потреблению и иметь возможность учитывать экономию. Доля МКД и домохозяйств, оснащенных приборами учета, существенно выросла в последние годы. Согласно ст. 13 Федерального закона 261-ФЗ потребляемые энергетические ресурсы подлежат обязательному учету с применением приборов учета используемых энергетических ресурсов.

Ресурсоснабжающие организации обязаны осуществлять деятельность по установке, замене, эксплуатации приборов учета ресурсов, снабжение которыми или передачу которых они осуществляют. Они не вправе отказать обратившимся к ним лицам в заключении договора на проведение данного вида работ. Также ресурсоснабжающие организации должны предоставить собственникам жилых помещений, которые не оборудованы приборным учетом, предложения об оснащении их объектов приборами учета.

Муниципальные образования вправе предоставлять за счет средств муниципального бюджета (с возможным привлечением средств субъекта Российской Федерации) поддержку отдельным категориям потребителей путем выделения им средств на установку приборов учета используемых энергетических ресурсов.

Постановлением Правительства Российской Федерации от 6 мая 2011 г. № 354 «О предоставлении коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов» с 1 января 2017 г. в случае отсутствия приборов учета предусмотрено применение повышающего коэффициента платы за коммунальные услуги, равного 1,5.

Изначально было ясно, что требования по стопроцентному оснащению жилых зданий коллективными и индивидуальными приборами учета энергетических ресурсов в короткий срок – избыточные и нереализуемые. Практика лишь подтвердила это в полной мере. Отставание по установке приборов учета связано с бюджетными и логистическими ограничениями по скорости развития рынка приборов учета. Тем не менее, оснащенность МКД общедомовыми приборами учета тепловой энергии по итогам 2016 г. составила 61,6 %, а в 8 субъектах Российской Федерации значение указанного показателя превысило 95 % (Москва, Санкт-Петербург, Тамбовская область, Ненецкий автономный округ, республики Алтай, Калмыкия, Марий Эл и Чувашия)¹.

Сама по себе установка приборов учета не дает энергосберегающего эффекта. Однако она может дать значительный эффект в виде снижения фиксируемого прибором объема потребления энергии по отношению к объемам, ранее определявшимся на основе проектных тепловых нагрузок или другими расчетными методами. Дело в том, что в балансах тепловой энергии в ранних проектах МКД не учитывалось поступление тепла от жителей и бытовых приборов, на долю которого приходится около 20 % всех тепlopоступлений в квартире. Установка прибора учета фиксировала этот недостаток расчета и давала экономию. Схожая ситуация с приборами учета горячей воды, установка которых позволила получить значимую экономию многим домохозяйствам. Поэтому переход от учета энергетических ресурсов по нормативам к учету по факту может позволить получить значимую экономию. В дальнейшем уже показания, фиксируемые приборами учета, становятся базой для оценки экономии энергетических ресурсов, получаемой в натуральном и стоимостном выражении.

9.4. Определение показателей объема тепловой энергии

В МКД тепловая энергия расходуется на отопление, горячее водоснабжение и вентиляцию. Последний случай – довольно редкое явление и в данной главе не рассматривается. Тепловая энергия потребляется в жилых и нежилых помещениях, а также в местах общего пользования. Правила коммерческого учета тепловой энергии и теплоносителя регламентированы Правительством Российской Федерации.

Данные с приборов учета принимаются в коммерческих расчетах теплоснабжающими компаниями, если они обслуживаются надлежащим образом (приняты в эксплуатацию соответствующим актом, не пропущены сроки поверки и т.п.). В отдельных случаях – когда приборы учета тепловой энергии распо-

¹ Минэнерго России. Государственный доклад о состоянии энергосбережения и повышении энергетической эффективности в Российской Федерации в 2016 г. Москва, 2017.

ложены не на границе балансовой принадлежности (например, для многих МКД в г. Норильске) – необходимо делать коррекцию на величину потерь тепловой энергии до ввода в МКД, согласно заключенным договорам теплоснабжения. Подчас теплоснабжающие организации стремятся завысить нормативы таких потерь.

Тепловая энергия на отопление и горячее водоснабжение всего многоквартирного дома может учитываться отдельно (отдельные общедомовые приборы учета) или совместно (один общедомовой прибор учета) – в зависимости от того, как устроены системы теплоснабжения, и от учета тепла конкретного здания. В МКД, имеющих более одного теплового ввода, объем тепловой энергии в целом по зданию определяется суммированием показаний нескольких приборов учета.

Учет по приборам может быть, как общедомовым (в целом по зданию), так и индивидуальным.

Потребление тепла на горячее водоснабжение в жилых помещениях при отсутствии индивидуального учета определяется по нормативам на одного зарегистрированного жителя, а в нежилых помещениях – расчетным способом или по договору теплоснабжения. Данные индивидуальных приборов учета горячей воды приводятся в кубических метрах.

В общем виде потребление тепловой энергии в МКД рассчитывается следующим образом:

$$Q_{тэ} = Q_{от} + Q_{гвс},$$

где $Q_{от}$ – потребление тепловой энергии на отопление, Гкал; $Q_{гвс}$ – потребление тепловой энергии на горячее водоснабжение, Гкал.

Когда централизованное отопление, либо горячее водоснабжение отсутствует, в расчете используется только одно слагаемое. Например, если в МКД установлены газовые водонагреватели, а тепло поставляется по системе централизованного теплоснабжения, то объем тепловой энергии для здания в целом равен объему потребления тепловой энергии на отопление.

Моделей общедомовых приборов учета довольно много. Отдельными теплоснабжающими организациями налажен сбор их данных в электронном виде. В других случаях потребитель подает сведения на определенное число. Практически во всех приборах учета есть электронный архив, на основе которого формируются ведомости общедомовых приборов учета за потребленную тепловую энергию (теплоноситель), которые прилагаются к месячному счету за тепловую энергию.

Если в МКД не установлены приборы учета, то расчеты потребления тепловой энергии для дома в целом определяются на основе тепловых нагрузок, которые указаны в договоре теплоснабжения, с учетом средних температур наружного воздуха и числа суток отопительного периода в конкретном месяце. Договорные значения потребления тепловой энергии на цели отопления, вентиляции и ГВС определяются на основе данных приложения к договору на теплоснабжение. Договорной отпуск тепловой энергии обычно определяется ежемесячно в разрезе каждого направления использования тепловой энергии (отопление, вентиляция, ГВС).

Содержание форм отчетных ведомостей общедомовых приборов учета за потребленную тепловую энергию (теплоноситель) регламентировано правительством Российской Федерации². Вид отчетной ведомости может меняться в зависимости от настроек и программного обеспечения теплосчетчиков различных производителей. В них приводятся посуточные данные по ряду параметров.

Допустимая погрешность для приборов учета класса 2 – не более 5 %, класса 1 – не более 3,5 %. Соответственно, превышение этих значений может являться основанием для перерасчета потребления тепловой энергии.

Если в МКД установлены приборы учета тепловой энергии на отопление для нежилых помещений в обход общедомового прибора учета, то для определения совокупного показателя по МКД их значения необходимо суммировать с показаниями общего прибора учета.

Если общедомовой прибор учета учитывает потребление тепловой энергии на отопление и ГВС совместно, но требуется разделить потребление тепловой энергии по целям использования, то нужно:

– сначала оценить потребление теплоты на ГВС за каждый месяц отопительного периода на основе показаний общедомового прибора учета за любой месяц летнего (неотопительного) периода, когда в расходе тепловой энергии отсутствует составляющая отопления, но когда система ГВС не отключалась;

– затем определить расход тепловой энергии на отопление для каждого месяца отопительного периода как разность показания общедомового прибора учета (всего) и оцененного за летний месяц потребления тепла на цели ГВС с возможной поправкой на сокращение число пользователей ГВС в летние месяцы.

Если общедомовой прибор учитывает только потребление тепловой энергии на отопление, то оценить потребление теплоты на ГВС можно на основе показаний общедомового прибора учета расхода горячей воды (водоразбор горячей воды, м³) и нормативного показателя нагрева горячей воды (от температуры 5 °С в отопительный период или 15 °С и до нормативно требуемой температуры в местах водоразбора – 60 °С) по следующей формуле:

$$Q_{\text{ГВС}} = V_{\text{ГВС}} \cdot c_{\text{ГВ}} \cdot \rho_{\text{ГВ}} \cdot (t_{\text{ГВ}} - t_{\text{ХВ}}) \cdot (1 + K_{\text{ТП}}) \cdot 10^{-6}, \text{ Гкал},$$

где $Q_{\text{ГВС}}$ – потребление тепловой энергии на горячее водоснабжение, Гкал; $V_{\text{ГВС}}$ – объемный расход (водоразбор) горячей воды по показаниям ОДПУ, м³; $c_{\text{ГВ}} = 1,0$ – массовая теплоемкость горячей воды, ккал/(кг·°С); $\rho_{\text{ГВ}} = 983,13$ – плотность горячей воды при температуре 60 °С, кг/м³; $t_{\text{ГВ}} = 60$ – минимальная температура горячей воды в местах водоразбора, °С; $t_{\text{ХВ}} = 5$ – минимальная температура холодной воды, °С; $K_{\text{ТП}}$ – коэффициент, учитывающий тепловые потери трубопроводами внутридомовой системы ГВС (трубопроводами в подвале, стояками, циркуляционным трубопроводом). Значения коэффициента $K_{\text{ТП}}$ принимаются равными:

$K_{\text{ТП}} = 0,2$ – при изолированных стояках и с полотенцесушителями в ванных комнатах.

² Методика осуществления коммерческого учета тепловой энергии, теплоносителя, утвержденная постановлением Правительства Российской Федерации от 18 ноября 2013 г. № 1034 «О коммерческом учете тепловой энергии, теплоносителя».

$K_{mn} = 0,1$ – при изолированных стояках и без полотенцесушителей в ванных комнатах.

$K_{mn} = 0,3$ – при неизолированных стояках и с полотенцесушителями в ванных комнатах.

$K_{mn} = 0,2$ – при неизолированных стояках и без полотенцесушителей в ванных комнатах.

10^{-6} – коэффициент перехода от единиц измерения «ккал» к единицам измерения «Гкал».

Если в МКД не установлены приборы учета тепловой энергии на ГВС, или они не находятся в коммерческой эксплуатации, то потребление тепловой энергии на горячее водоснабжение всего здания определяется как сумма значений, рассчитанных по нормативам для жилых помещений и мест общего пользования и определенных либо расчетным способом, либо в договорах теплоснабжения для нежилых помещений. В расчетах для жилых помещений и на общедомовые нужды используются три норматива:

- для жилых помещений, не оснащенных индивидуальными приборами учета;
- на общедомовые нужды;
- на подогрев горячей воды (необходимо использовать для перехода от кубических метров к гигакалориям).

Для расчетов используется показатель зарегистрированных, а не фактически проживающих, жителей. Норматив потребления горячей воды един для отдельно взятого МКД, но может варьировать от одного здания к другому в зависимости от степени его благоустройства (обеспеченности сантехническими приборами). Норматив расхода тепловой энергии на подогрев холодной воды един для всех потребителей конкретного поставщика горячей воды. Норматив потребления горячей воды в местах общего пользования зависит от этажности и категории МКД.

Нормативы потребления тепловой энергии, ГВС определяются нормативно-правовыми актами на муниципальном, региональном и федеральном уровне. Информация о них размещается на сайтах ресурсоснабжающих организаций; организаций, осуществляющих управление МКД (далее – УК), или профильных муниципальных/региональных департаментов.

Существуют также профильные тематические сайты в интернете, где можно найти нормативы для различных населенных пунктов и особенности их применения (например, zhkhinfo.ru/normativy).

Если нежилое помещение не оборудовано прибором учета, или он работал менее трех месяцев, то объем потребления тепловой энергии на горячее водоснабжение определяется согласно договорным значениям. При расчете потребления для отдельного жилого или нежилого помещения в многоквартирном доме без общедомового прибора учета горячей воды необходимо произвести коррекцию на повышающий коэффициент. С 1 января 2017 г. его значение со-

ставляет 1,5³, и он един для всех субъектов Российской Федерации. Коэффициент применяется в случае отсутствия индивидуальных и общедомовых приборов учета горячей воды при наличии технической возможности их установить. Потребление тепловой энергии на горячее водоснабжение отдельного жилого или нежилого помещения определяется по показаниям индивидуального прибора учета – при наличии такового. Потребление тепловой энергии на общедомовые нужды при наличии коллективного прибора учета определяется как разность между показаниями по всему зданию и расходом на жилые и нежилые помещения и распределяется между жилыми и нежилыми помещениями пропорционально занимаемой площади.

9.5. Определение показателей объема электрической энергии

В многоквартирных домах электрическая энергия, направляемая на общедомовые нужды, расходуется на освещение, работу лифтов, насосов и прочего электрооборудования (при наличии); электрическая энергия, направляемая в жилые и нежилые помещения, – на освещение и работу электробытовых приборов.

Потребление электрической энергии может:

- определяться по фактическим показаниям приборов учета;
- рассчитываться по нормативам;
- определяться по договорным значениям или расчетным способом.

Последние два случая применяются довольно редко – если по каким-то причинам не установлены приборы учета. Расчетные методы также могут применяться при наличии установленных приборов учета электрической энергии в следующих случаях:

- непредставление акта снятия показаний в определенные договором электроснабжения сроки;
- неоднократный отказ в допуске представителю поставщика электрической энергии для снятия показаний;
- временное отсутствие прибора учета (замена, поверка и т.п.);
- выявление безучетного потребления электрической энергии.

Установление количества электрической энергии, поданного электроснабжающей организацией и потребленного абонентом, осуществляется по данным приборов учета согласно Правилам учета электрической энергии⁴ Данные принимаются в коммерческих расчетах электросбытовыми компаниями, если приборы учета обслуживаются надлежащим образом (приняты в эксплуатацию соответствующим актом, не пропущены сроки поверки и т.п.). Если прибор учета электрической энергии расположен не на границе балансовой при-

³ П. 43 Правил предоставления коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации № 354 от 6 мая 2011 г.

⁴ Правила учета электрической энергии утверждены Минтопэнерго России 19 сентября 1996 г. и Минстроем России 26 сентября 1996 г.

надлежности, то может делаться коррекция на величину потерь электрической энергии согласно заключенным договорам электроснабжения.

Электрическая энергия, направляемая в жилые и нежилые помещения и на общедомовые нужды, может учитываться отдельно (отдельные общедомовые приборы учета) или совместно в зависимости от того, как устроена система электроснабжения и система расчетов за электроэнергию конкретного здания. Электрическая энергия, направляемая на общедомовые нужды, может также учитываться по отдельным приборам учета (например, отдельные приборы учета электрической энергии на работу лифтов и освещение). В некоторых МКД к зданию может подходить более одного питающего кабеля (несколько вводов), что предполагает наличие более одного прибора учета в системе электроснабжения.

Потребление электрической энергии для всего здания определяется либо по показаниям общедомового прибора учета без разделения по целям использования, либо суммированием показаний приборов учета электрической энергии в случае раздельного учета (жилые помещения, лифты, общедомовые нужды и т.п.). Если в многоквартирном доме установлены приборы учета электрической энергии для нежилых помещений в обход общедомового прибора учета, то для определения совокупного показателя по МКД их значения суммируются.

Значение электроэнергии за учетный период вычисляют⁵ по разности (ΔN) показаний счетчика в момент начала и окончания учетного периода по формуле:

$$W = K \times \Delta N.$$

Коэффициент K – это пересчетный коэффициент счетчика, который указывается в ведомости. Для трансформаторного универсального счетчика, т.е. подключенного через трансформатор напряжения и через трансформатор тока, пересчетный коэффициент K определяется по формуле:

$$K = K_{TT} \times K_{mн},$$

где K_{TT} – коэффициент трансформации трансформатора тока, $K_{mн}$ – коэффициент трансформации трансформатора напряжения.

Согласно требованию, ГОСТ на съемных щитках этих счетчиков должны быть надписи «Трансформатор тока...», «Трансформатор напряжения...», «К...», рядом с которыми абонент проставляются коэффициенты трансформации и пересчетный коэффициент. Как правило, на вводах питания в МКД трансформаторов напряжения нет, могут быть только трансформаторы тока.

Норматив потребления электроэнергии на общедомовые нужды используется для расчетов при отсутствии общедомового прибора учета. Он устанавливается субъектом Российской Федерации в расчете на квадратный метр мест общего пользования или на общую площадь. Норматив един для всего здания и зависит от этажности, наличия лифтов, насосов, энергосберегающих ламп и других параметров оснащенности МОП электрооборудованием и его эффективности. Нормативы потребления электроэнергии определяются профильными

⁵ РД 34.11.333-97. «Типовая методика выполнения измерений количества электрической энергии» (утв. РАО «ЕЭС России» 15 мая 1997 г. и введена в действие с 1 июня 1997 г.).

нормативно-правовыми актами на муниципальном и региональном уровне. Их можно найти на сайтах ресурсоснабжающих организаций, УК или профильных муниципальных/региональных департаментов. По данным Минэнерго России, средний удельный расход электроэнергии на ОДН в МКД равен 26,4 кВт·ч/м² площади МОП.

При наличии общедомового прибора учета и индивидуальных приборов учета электрической энергии потребление последней в местах общего пользования определяется как разница между показанием ОДПУ и суммы показаний по ИПУ. Если от домохозяйства не поступали показания в течение 6 месяцев, то расчет электрической энергии осуществляется по среднемесячному объему потребления⁶; если показания не поступали за период более 6 месяцев, либо если прибор учета отсутствует, – то по нормативу потребления. При наличии таких домохозяйств расход электрической энергии в местах общего пользования определяется как разница между показаниями общедомового прибора учета, индивидуальных приборов учета и начисленных значений потребления для домохозяйств, не подавших показания или не имеющих ИПУ.

Учет электрической энергии может фиксироваться по зонам суток и бывает:

- одностарифный с применением одноставочного тарифа;
- двухтарифный с применением тарифа, дифференцированного по зонам суток (дневная/ночная зоны);
- трехтарифный с применением тарифа, дифференцированного по зонам суток (ночная/пиковая/полупиковая зоны).

Физический объем потребляемой электрической энергии не меняется в зависимости от применения одно-, двух- или трехтарифной схемы учета, но это влияет на размер оплаты, поскольку тариф на электрическую энергию меняется в зависимости от времени суток. Это сделано для стимулирования смещения части потребления электрической энергии (например, использование стиральных и посудомоечных машин) на ночное время с целью загрузки электростанций, производящих наиболее дешевую электроэнергию.

При отсутствии индивидуального прибора учета объемы потребления электрической энергии в квартирах определяются по нормативам, исходя из количества зарегистрированных жителей; в нежилых помещениях – по договору электроснабжения или расчетным методом. Норматив для жилых помещений зависит от типа используемой кухонной плиты (газовая/электрическая) в домохозяйстве, количества комнат в помещении и числа проживающих. При расчете потребления для отдельного жилого или нежилого помещения, не оборудованного индивидуальным и общедомовым прибором учета электрической энергии, необходимо произвести коррекцию на повышающий коэффициент. С 1 января 2017 г. его значение составляет 1,5⁷, и он един для всех субъектов Рос-

⁶ Подп. «б» п. 59 Правил предоставления коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 6 мая 2011 г. № 354.

⁷ П. 43 Правил предоставления коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 6 мая 2011 г. № 354.

сийской Федерации. Коэффициент применяется в случае отсутствия индивидуальных и общедомовых приборов учета электрической энергии при наличии технической возможности их установить.

9.6. Определение показателей качества тепловой и электрической энергии

Согласно ст. 542 Гражданского кодекса Российской Федерации:

– качество подаваемой энергии должно соответствовать требованиям, установленным в соответствии с законодательством Российской Федерации, в том числе с обязательными правилами, или предусмотренным договором энергоснабжения;

– в случае нарушения энергоснабжающей организацией требований, предъявляемых к качеству энергии, абонент вправе отказаться от оплаты такой энергии. В свою очередь, энергоснабжающая организация вправе требовать от абонента возмещения стоимости предоставленных услуг.

Федеральные законы № 35-ФЗ от 26 марта 2003 г. «Об электроэнергетике» и № 190-ФЗ от 27 июля 2009 г. «О теплоснабжении» определяют ответственность поставщиков электрической и тепловой энергии перед потребителями за надёжное обеспечение энергетическими ресурсами требуемого качества в соответствии с техническими регламентами и иными обязательными требованиями.

Ответственность энергоснабжающей организации за нарушение требований, предъявляемых к качеству энергии, наступает⁸:

– в случаях неисполнения или ненадлежащего исполнения обязательств по договору энергоснабжения сторона, нарушившая обязательство, обязана возместить причиненный этим реальный ущерб;

– если в результате регулирования режима потребления энергии, осуществленного на основании закона или иных правовых актов, допущен перерыв в подаче энергии абоненту, энергоснабжающая организация несет ответственность за неисполнение или ненадлежащее исполнение договорных обязательств при наличии ее вины.

Действия потребителей также могут оказывать влияние на исполнение требований, предъявляемых к качеству энергии. Так, нарушение абонентами правил эксплуатации энергопринимающих устройств и режима расхода энергии может привести к снижению качества последней.

Таким образом, обеспечение качества поставляемых в многоквартирный дом энергетических ресурсов является зоной взаимной ответственности потребителей, поставщиков и исполнителей коммунальных услуг (управляющие компании и другие организации, занимающиеся обслуживанием жилищного фонда).

⁸ Ч. 2 ст. 547 Гражданского кодекса Российской Федерации.

9.7. Определение показателей качества тепловой энергии

Качество тепловой энергии определяется отклонением термодинамических показателей теплоносителя от установленных нормативных и/или договорных величин. К таким показателям относятся:

- температура в подающем трубопроводе;
- давление в обратном трубопроводе;
- перепад давлений.

Качественной считается тепловая энергия, которую потребитель получает с теплоносителем, температура которого строго соответствует температурному графику. В противном случае потребитель, не имеющий средств автоматического регулирования, вынужден либо получать и оплачивать «навязанное» ему поставщиком избыточное количество тепловой энергии в теплые периоды отопительного сезона, либо при резких похолоданиях недополучать тепловую энергию и компенсировать это использованием электрообогревателей. В любом случае потребитель несет избыточные расходы. Для жителей важным показателем качества является наличие теплового комфорта в жилом помещении.

Факт непредоставления или предоставления услуги отопления ненадлежащего качества фиксируется в порядке, регламентированном разделом X Правил. Порядок осуществления проверки бесперебойного круглосуточного отопления предусматривает проведение анализа записей в электронном и (или) бумажном журнале регистрации с целью выявления фактов перерывов. Из записей выбираются случаи, которые привели к перерывам в отоплении, после чего учитываются время и дата начала и окончания перерывов.

При проверке у организации, занимающейся обслуживанием жилищного фонда, запрашиваются документы, регламентирующие проведение работ за истекший отопительный период с отключением услуги отопления для всех или части потребителей в многоквартирном доме, включая проведение профилактических ремонтов, отключение потребителей в связи с подключением к системе отопления новых потребителей, установление оборудования и выполнение ремонтных работ на внутридомовых сетях. В полученных документах анализируется информация о времени и дате начала и окончания периода непредоставления услуги отопления потребителю. При оценке бесперебойности круглосуточного отопления в течение отопительного периода не учитываются перерывы, вызванные стихийными бедствиями и чрезвычайными ситуациями.

Суммируя необоснованные перерывы в подаче тепловой энергии на отопление, выявленные в процессе проверки, можно определить продолжительность перерывов в предоставлении услуги суммарно в каждом месяце и за каждый день отопительного периода. На основании полученных данных определяется число часов превышения допустимой продолжительности за месяц и в отдельный день (если таковое имело место быть). На основании этой информации может быть произведен перерасчет платы за коммунальную услугу.

Требования к качеству горячего водоснабжения и отопления регламентируются разделами II и VI приложения 1 к Правилам предоставления коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных

и жилых домах, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 6 мая 2011 г. № 354 (далее – Правила). Требования к качеству отопления МКД представлены в табл. 7.

Таблица 7

Требования к качеству отопления

Показатель	Требования	Наказание
Бесперебойное круглосуточное отопление в течение отопительного периода	<p>Допустимая продолжительность перерыва отопления:</p> <p>не более 24 часов (суммарно) в течение одного месяца;</p> <p>не более 16 часов одновременно – при температуре воздуха в жилых помещениях от +12 °С до нормативной температуры (см. п. 2);</p> <p>не более 8 часов одновременно – при температуре воздуха в жилых помещениях от +10 до +12 °С;</p> <p>не более 4-х часов одновременно – при температуре воздуха в жилых помещениях от +8 до +10 °С</p>	<p>За каждый час превышения допустимой продолжительности перерыва отопления, исчисленного суммарно за расчетный период, в котором произошло указанное превышение, размер платы за коммунальную услугу за такой расчетный период снижается на 0,15 процента размера платы, определенной за такой расчетный период в соответствии с приложением 2 к Правилам, с учетом положений раздела IX Правил</p>
Обеспечение нормативной температуры воздуха: в жилых помещениях – не ниже +18 °С (в угловых комнатах – +20 °С); в районах с температурой наиболее холодной пятидневки (обеспеченность 0,92) – 31 °С и ниже – в жилых помещениях не ниже +20 °С (в угловых комнатах – +22 °С); в других помещениях в соответствии с требованиями законодательства РФ о техническом регулировании	<p>Допустимое превышение нормативной температуры – не более 4 °С.</p> <p>Допустимое снижение нормативной температуры в ночное время суток (от 0.00 до 5.00 ч) – не более 3 °С.</p> <p>Снижение температуры воздуха в жилом помещении в дневное время (от 5.00 до 0.00) не допускается</p>	<p>За каждый час отклонения температуры воздуха в жилом помещении суммарно в течение расчетного периода, в котором произошло указанное отклонение, размер платы за коммунальную услугу за такой расчетный период в соответствии с приложением 2 к Правилам, снижается на 0,15 процента размера платы за каждый градус отклонения температуры с учетом положений раздела IX Правил</p>
Давление во внутридомовой системе отопления: – с чугунными радиаторами – не более 0,6 МПа; – с системами конвекторного и панельного отопления, калориферами, а также прочими отопительными приборами – не более 1 МПа; – с любыми отопительными приборами – не менее чем на 0,05 МПа превышающее статическое давление, требуемое	<p>Отклонение давления во внутридомовой системе отопления от установленных значений не допускается</p>	<p>За каждый час отклонения от установленного давления во внутридомовой системе отопления суммарно в течение расчетного периода, в котором произошло указанное отклонение, при давлении, отличающемся от установленного более чем на 25 %, размер платы за коммунальную услугу, определенный за расчетный период в</p>

Показатель	Требования	Наказание
для постоянного заполнения системы отопления теплоносителем		соответствии с приложением 2 к Правилам, снижается на размер платы, исчисленный суммарно за каждый день предоставления коммунальной услуги ненадлежащего качества (независимо от показаний приборов учета) в соответствии с пунктом 101 Правил

Источник: раздел VI приложения 1 Правил предоставления коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных и жилых домах, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 6 мая 2011 г. № 354.

В случае выявления фактов отсутствия фиксации температуры теплоносителя в прямом и обратном трубопроводе и занижения значения расхода теплоносителя, согласно прописанному в договоре теплоснабжения порядку расчетов, учет тепловой энергии и регистрация параметров теплоносителя при условии, что нарушение работы не превышает 15 суток в течение года, осуществляются на основании показаний прибора, взятых за предшествующие выходу из строя трое суток с корректировкой по фактической температуре наружного воздуха на период перерасчета.

Для проверки соблюдения соответствия температуры воздуха в жилых и иных помещениях установленным требованиям организация, занимающаяся обслуживанием жилищного фонда, осуществляет проверку в следующем порядке:

1. Организация и инициатор проверки согласовывают дату и время проведения проверки температуры воздуха в жилых помещениях на предмет соответствия требованиям.
2. В назначенные дату и время проводится проверка.
3. По окончании проверки составляется акт.

Проверка проводится в присутствии потребителя, представителей организации, занимающейся обслуживанием жилищного фонда, и теплоснабжающей компании. Во время проверки производится измерение температуры воздуха в наибольшей по площади жилой комнате, ванной или душевой, на лестничной площадке первого этажа, в центре плоскостей, отстоящих от внутренней поверхности наружной стены и обогреваемого элемента на 0,5 м и в центре помещения (точке пересечения диагональных линий помещения) на высоте 1 м.

При обнаружении факта нарушения требований постоянного соответствия температуры воздуха в жилых и иных помещениях проводится проверка соответствия требованиям параметров теплоносителя (соблюдение температурного графика и давления в подающем и обратном трубопроводе) на вводе в многоквартирный дом.

В случае несоответствия давления в подающем и обратном трубопроводах требуемым значениям, указанным в проектной документации, или в техническом паспорте, или в иных документах, и/или несоответствия температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводе температурному графику

в акте проверки качества услуги отопления фиксируется факт нарушения и определяется виновник (теплоснабжающая организация, УК, или собственники квартир).

Если системы МКД оснащены манометрами, то проверка соблюдения требования к давлению во внутридомовой системе отопления проводится с использованием их показаний. УК обеспечивает доступ в помещение, где установлены приборы. Проверка производится в присутствии УК и теплоснабжающей компании. Результаты измерений вносятся в акт проверки качества услуги отопления. При отсутствии манометров УК определяет место во внутридомовой системе теплоснабжения, где возможен замер давления на подающем и обратном трубопроводах. В случае необходимости приглашается эксперт, который осуществляет замер. Результаты измерений вносятся в акт проверки качества услуги отопления.

Помимо Правил, действует ГОСТ 30494-2011 (Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.), который вводит дополнительные требования к температуре воздуха в жилых помещениях (см. табл. 8).

Таблица 8

Оптимальные и допустимые диапазоны температур в жилых помещениях

Период	Наименование помещения	Температура воздуха, °С	
		оптимальная	допустимая
Холодный	Жилая комната	20–22	18–24 (20–24)
	Жилая комната в районах с температурой наиболее холодной пятидневки (обеспеченностью 0,92) минус 31 °С и ниже	21–23	20–24 (22–24)
	Кухня	19–21	18–26
	Туалет	19–21	18–26
	Ванная, совмещенный санузел	24–26	18–26
	Помещения для отдыха и учебных занятий	20–22	18–24
	Межквартирный коридор	18–20	16–22
	Вестибюль, лестничная клетка	16–18	14–20
	Кладовые	16–18	12–22
Теплый	Жилая комната	20–25	20–28

Источник: табл. 8 ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.

Правила измерения параметров микроклимата (в число которых входит температура внутреннего воздуха) устанавливаются разделом 6 ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях». Согласно этому документу, в холодный период года измерение показателей микроклимата следует выполнять при температуре наружного воздуха не выше –5 °С; в теплый период года – при температуре наружного воздуха не ниже 15 °С. В обоих случаях не допускается проведение измерений при безоблачном небе в светлое время суток.

Измерение температуры, влажности и скорости движения воздуха проводится на расстоянии 0,5 м от внутренней поверхности наружных стен и стационарных отопительных приборов в помещениях многоквартирного здания не менее чем в двух комнатах, площадью более 5 м² каждая, в квартирах на первом и последнем этажах. В помещениях площадью более 100 м² измерение температуры следует проводить на равновеликих участках. Температуру внутренней поверхности стен, перегородок, пола, потолка следует измерять в центре соответствующей поверхности. Для наружных стен со световыми проемами и отопительными приборами температуру на внутренней поверхности следует измерять в центрах участков, образованных линиями, продолжающими грани откосов светового проема, а также в центре остекления и отопительного прибора.

Результирующая температура помещения представляет собой комплексный показатель радиационной температуры помещения и температуры воздуха помещения, определяемый по формулам приложения А к ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях». Показатели микроклимата в помещениях следует измерять приборами, прошедшими регистрацию и имеющими соответствующие сертификаты.

Требования к качеству горячего водоснабжения представлены в табл. 9.

Таблица 9

Требования к качеству горячего водоснабжения

Показатель	Требования	Наказание
1. Бесперебойное круглосуточное горячее водоснабжение в течение года	Допустимая продолжительность перерыва подачи горячей воды: – 8 часов (суммарно) в течение 1 месяца, 4 часа одновременно, при аварии на тупиковой магистрали – 24 часа подряд; – продолжительность перерыва в связи с производством ежегодных ремонтных и профилактических работ в централизованных сетях осуществляется в соответствии с требованиями законодательства РФ о техническом регулировании (СанПиН 2.1.4.2496-09)	За каждый час превышения допустимой продолжительности перерыва подачи горячей воды, исчисленного суммарно за расчетный период, в котором произошло указанное превышение, размер платы за коммунальную услугу за такой расчетный период снижается на 0,15 процента размера платы, определенного за такой расчетный период в соответствии с приложением 2 к Правилам, с учетом положений раздела IX
2. Обеспечение соответствия температуры горячей воды в точке водоразбора требованиям законодательства РФ о техническом регулировании (СанПиН 2.1.4.2496-09). Температура горячей воды в точках водоразбора должна	Допустимое отклонение температуры горячей воды в точке водоразбора от температуры горячей воды в точке водоразбора, соответствующей требованиям законодательства РФ о техническом регулировании: – в ночное время (с 0.00 до 5.00 ч) – не более чем на 5 °С; – в дневное время (с 5.00 до 0.00 ч) – не более чем на 3 °С	За каждые 3 °С отступления от допустимых отклонений температуры горячей воды размер платы за коммунальную услугу за расчетный период, в котором произошло указанное отступление, снижается на 0,1 процента размера платы, определенного за такой расчетный период в соответствии с приложением 2 к Правилам, за каждый час отступления до допустимых отклонений суммарно в течение расчетного периода

находиться в интервале 60–75 °С		с учетом положений раздела IX Правил. За каждый час подачи горячей воды, температура которой в точке водоразбора ниже 40 °С, суммарно в течение расчетного периода оплата потребленной воды производится по тарифу за холодную воду
3. Постоянное соответствие состава и свойств горячей воды требованиям законодательства РФ о техническом регулировании (СанПиН 2.1.4.2496-09)	Отклонение состава и свойств горячей воды от требований законодательства РФ о техническом регулировании не допускается	При несоответствии состава и свойств горячей воды требованиям законодательства РФ о техническом регулировании размер платы за коммунальную услугу, определенный за расчетный период в соответствии с приложением 2 к Правилам, снижается на размер платы, исчисленный суммарно за каждый день предоставления коммунальной услуги ненадлежащего качества (независимо от показаний приборов учета) в соответствии с пунктом 101 Правил
4. Давление в системе горячего водоснабжения в точке водоразбора – от 0,03 МПа до 0,45 МПа	Отклонение давления в системе горячего водоснабжения не допускается	За каждый час подачи горячей воды суммарно в течение расчетного периода, в котором произошло отклонение давления: – при давлении, отличающемся от установленного не более чем на 25 %, размер платы за коммунальную услугу за указанный расчетный период снижается на 0,1 процента размера платы, определенного за такой расчетный период в соответствии с приложением 2 к Правилам; – при давлении, отличающемся от установленного более чем на 25 %, размер платы за коммунальную услугу, определенный за расчетный период в соответствии с приложением 2 к Правилам, снижается на размер платы, исчисленный суммарно за каждый день предоставления коммунальной услуги ненадлежащего качества (независимо от показаний приборов учета) в соответствии с пунктом 101 Правил

Источник: раздел II приложения 1 Правил предоставления коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных и жилых домах, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 6 мая 2011 г. № 354.

При оценке бесперебойности горячего водоснабжения в течение года не учитываются перерывы для проведения ремонтных и профилактических работ, а также работ по подключению новых потребителей, в случае предварительного-

го уведомления (в письменной форме) не менее чем за 10 дней до планируемого отключения. Допускаются также перерывы в связи со стихийными бедствиями и чрезвычайными ситуациями. Согласно СанПиН 2.1.4.2496-09 (Гигиенические требования к безопасности систем горячего водоснабжения) в период ежегодных профилактических ремонтов отключение горячей воды не должно превышать 14 суток. Ремонт тепловых сетей, тепловых пунктов и систем теплоснабжения следует производить одновременно в летнее время⁹. Рекомендуемый срок ремонта, связанный с прекращением горячего водоснабжения, составляет 14 дней. Однако в каждом конкретном случае продолжительность ремонта устанавливается органами местного самоуправления и может быть, как меньше, так и больше этого срока.

СанПиН 2.1.4.2496-09 (Гигиенические требования к безопасности систем горячего водоснабжения) также устанавливают дополнительные количественные требования к качеству подаваемой в МКД горячей воды:

- температура горячей воды в местах водоразбора независимо от применяемой системы должна быть не ниже 60 °С и не выше 75 °С¹⁰;
- не допускается применение воды технических циклов (технической воды), в том числе после восстановления и очистки, в качестве горячей воды систем централизованного ГВС.

Факт предоставления услуги горячего водоснабжения ненадлежащего качества фиксируется в порядке, регламентированном разделом X Правил. Порядок осуществления проверки бесперебойной поставки горячей воды в течение года предусматривает проведение анализа записей в электронном и (или) бумажном журнале регистрации с целью выявления фактов перерывов. Из записей выбираются случаи, которые привели к перерывам в поставке горячей воды и анализируются время и дата начала и окончания перерывов. Суммируя необоснованные перерывы в подаче горячей воды, выявленные в процессе проверки, можно определить продолжительность перерывов в представлении услуги суммарно в каждом месяце и в отдельный день. На основании полученных данных определяется число часов превышения допустимой продолжительности за месяц и в отдельный день (если таковое имело место).

Проверка соблюдения требования обеспечения соответствия температуры горячей воды в точке водоразбора организуется теплоснабжающей организацией по запросу инициатора проверки (например, жильца). Измерения проводят в соответствии с Методическими указаниями МУК 4.3.2900-11 «Измерение температуры горячей воды систем централизованного горячего водоснабжения», утвержденными Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 12 июля 2011 г.

Контрольный замер температуры горячей воды проводится в присутствии УК и теплоснабжающей организации в точках разбора горячей воды во всех стояках, а также на вводе в многоквартирный дом. Перед замером производится

⁹ Правила и нормы эксплуатации жилищного фонда, утвержденные постановлением Госстроя России № 170 от 27 сентября 2003 г.

¹⁰ Температура горячей воды в местах водоразбора не должна быть ниже 60 °С, статическое давление – не менее 0,05 МПа при заполненных водопроводной водой трубопроводах и водонагревателях.

слив горячей воды в течение более 3 минут. Результаты заносятся в акт проверки качества услуги горячего водоснабжения. В случае нарушения требований к качеству горячей воды в доме виновной признается теплоснабжающая организация, в случае нарушения требований к качеству горячей воды в квартире – УК.

Для проверки требований к составу и свойствам горячей воды организуется отбор образца горячей воды в точке водоразбора и на вводе в МКД. УК в присутствии инициатора проверки и теплоснабжающей организации производит отбор образца в стеклянную чистую и прозрачную посуду, которая споласкивается водой, которая будет отбираться в качестве образца. УК в течение трех часов после отбора направляет образцы на экспертизу. Если она устанавливает соответствие состава и свойств горячей воды нормативным требованиям, то это фиксируется в акте проверки. При установлении факта несоответствия состава и свойств горячей воды в подающем трубопроводе горячей воды виновной стороной признается поставщик тепла. Если состав и свойства горячей воды в подающем трубопроводе соответствуют требованиям, а в помещении потребителя – нет, то виновной стороной признается УК.

Проверка соблюдения требований к давлению в системе горячего водоснабжения в точке водоразбора осуществляется УК по запросу инициатора проверки. В случае необходимости для участия в проверке приглашается эксперт, который проводит замер давления в точках разбора в часы утреннего максимума (с 7:00 до 9:00) или вечернего максимума (с 19:00 до 22:00). Во время проверки УК или приглашенный эксперт замеряют давление в точках разбора горячей воды в каждом стояке, во всех проверяемых жилых и нежилых помещениях, а также на вводе в многоквартирный дом. Результаты измерений вносятся в акт проверки качества услуги горячего водоснабжения. Если по результатам проверки установлено нарушение требований к давлению на вводе в многоквартирный дом, то фиксируется факт нарушения по вине поставщика горячей воды. В случае обнаружения факта нарушения требований к давлению в системе горячего водоснабжения в точках водоразбора, но при соблюдении требований к давлению на вводе в многоквартирный дом, фиксируется факт нарушения по вине УК.

9.8. Определение показателей качества электрической энергии

Снижение качества электрической энергии может привести к выходу из строя или заметным изменениям в работе электрического оборудования. Качество электрической энергии определяется степенью соответствия параметров требованиям к качеству электроснабжения, которые регламентируются Правилами (см. табл. 10).

Факт предоставления услуги электроснабжения ненадлежащего качества фиксируется в порядке, регламентированном разделом X Правил. Порядок осуществления проверки бесперебойной поставки электрической энергии в течение года предусматривает проведение анализа записей в электронном и (или) бумажном журнале регистрации с целью выявления фактов перерывов. Из за-

писей выбираются необоснованные случаи, которые привели к перерывам в поставке электрической энергии. При анализе записей учитываются время и дата начала и окончания перерывов. Суммируя необоснованные перерывы в подаче электрической энергии, можно определить продолжительность перерывов суммарно за каждый месяц и число часов превышения допустимой продолжительности перерывов.

Таблица 10

Требования к качеству электроснабжения

Показатель	Требования	Наказание
1. Бесперебойное круглосуточное электроснабжение в течение года	<p>Допустимая продолжительность перерыва электроснабжения:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2 часа – при наличии двух независимых, взаимно резервирующих источников питания; • 24 часа – при наличии одного источника питания 	<p>За каждый час превышения допустимой продолжительности перерыва электроснабжения, исчисленного суммарно за расчетный период, в котором произошло указанное превышение, размер платы за коммунальную услугу за такой расчетный период снижается на 0,15 процента размера платы, определенного за такой расчетный период в соответствии с приложением 2 к Правилам, с учетом положений раздела IX Правил</p>
2. Постоянное соответствие напряжения и частоты электрического тока требованиям законодательства РФ о техническом регулировании (ГОСТ 32144-2013)	<p>Отклонение напряжения и (или) частоты электрического тока от требований законодательства РФ о техническом регулировании не допускается</p>	<p>За каждый час снабжения электрической энергией, не соответствующей требованиям законодательства РФ о техническом регулировании, суммарно в течение расчетного периода, в котором произошло отклонение напряжения и (или) частоты электрического тока от указанных требований, размер платы за коммунальную услугу за такой расчетный период снижается на 0,15 процента размера платы, определенного за такой расчетный период в соответствии с приложением 2 к Правилам, с учетом положений раздела IX Правил</p>

Проверку соблюдения требования постоянного соответствия напряжения и частоты электрического тока организует УК, которая при необходимости может пригласить экспертов для выполнения замеров. Проверка проводится в присутствии потребителя, УК и электросбытовой организации. В точках подключения приборов потребителя измеряется напряжение и частота тока. Результаты вносятся в акт проверки.

10. ВИЗУАЛЬНОЕ И ПРИБОРНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ МНОГОКВАРТИРНОГО ДОМА С ЦЕЛЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТАВА МЕРОПРИЯТИЙ, НАПРАВЛЕННЫХ НА ПОВЫШЕНИЕ ЕГО ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

Для подготовки многоквартирного дома к реализации мероприятий, направленных на повышение его энергетической эффективности, необходимо знать не только проектные характеристики, но и фактическое состояние его ограждающих конструкций и инженерных систем. Для расчета планируемого эффекта и контроля качества выполненных работ требуется сбор сведений о многоквартирном доме, определение его характеристик и состояния. Визуальные и приборные обследования покажут реальный уровень и места локализации энергетических потерь здания. Обследование многоквартирного дома проводится с использованием специальных приборов и методик, но информацию о многих характеристиках дома можно получить по результатам простого визуального осмотра и анализа документов.

Перед тем как формировать окончательный список энергосберегающих мероприятий, целесообразно провести диагностические визуальные и приборные обследования для выявления дефектов и повреждений ограждающих конструкций и инженерных систем многоквартирного дома (далее также МКД). Например, тепловизионные обследования позволяют определить текущие теплозащитные качества ограждающих конструкций, состояние теплоизоляции трубопроводов и состояние электрических контактов и соединений, что позволяет повысить качество формирования пакета мер по капитальному ремонту.

В данной главе описаны основные методы, которые используются при проведении визуальных и приборных обследований ключевых инженерных систем МКД и ограждающих конструкций, показаны примеры их проведения и практическое использование полученных результатов как при определении перечня энергосберегающих мероприятий, так и при контроле качества их реализации. Описаны механизмы выявления элементов ограждающих конструкций и инженерных систем, которые требуют первоочередного внимания, и указаны мероприятия, выявленные по результатам обследований, в отношении которых целесообразно провести дополнительный анализ экономической целесообразности их реализации.

10.1. Приборные обследования

Энергетическое обследование МКД – это оценка (диагностика) того, как используется энергия в МКД, и определение возможностей снижения платежей за энергетические ресурсы за счет снижения их потерь при реализации мер по повышению энергоэффективности.

В России энергетический аудит жилых зданий является добровольным, поэтому доля обследованных МКД не превышает 5 %.

По охвату энергопотребляющих систем энергетические обследования можно разделить:

- на сплошные полномасштабные;
- выборочные обследования отдельных систем или подсистем (например, освещения, горячего водоснабжения (далее – ГВС), отопления, теплозащитных характеристик и др.).

По времени и детальности проведения энергетические обследования можно разделить:

- на экспресс-аудит – преимущественно визуальное обследование состояния объекта с минимальным дополнительным сбором данных;
- детальный аудит – большой объем сбора данных, в том числе с помощью измерений диагностическими приборами;
- аудит инвестиционного уровня – большой объем сбора данных, в том числе с помощью измерений диагностическими приборами, сопровождаемый инженерными расчетами (а возможно, и компьютерной имитацией) комплексных эффектов по экономии энергии и воды за счет реализации предлагаемых пакетов мер, а также включающий финансовый и экономический анализ этих пакетов, на основе которого принимаются риски инвестирования в проект по повышению энергоэффективности.

Провести обследования можно собственными силами в соответствии с руководствами и (или) методиками или с привлечением внешних дипломированных или сертифицированных экспертов, или внешней специализированной компании. Многие компании, предоставляющие услуги в этой сфере, исходят из оценки стоимости энергоаудита 1–2 % и более от стоимости потребляемых коммунальных ресурсов.

Целями и результатом обследования могут быть:

- выявление причин жалоб на низкое качество коммунальных услуг для выявления дефектов;
- формирование технико-экономического обоснования инвестиционного проекта или программы повышения энергоэффективности или программы капитального ремонта;
- составление энергопаспорта и отчета об энергоаудите с выявлением потерь, реального положения в сфере эффективности использования энергии и определение возможностей ее повышения;
- получение сертификата соответствия параметров эффективности использования энергии на объекте заданным требованиям или определение класса энергоэффективности;
- мониторинг и оценка фактической результативности уже реализованного проекта по повышению энергоэффективности.

Порядок визуального и приборного обследования МКД регулируется рядом методических рекомендаций по проведению энергетического обследования многоквартирных домов. Для диагностики инженерных систем могут применяться как экспресс-методы, так и детальное обследование МКД. Выбор между типами обследования определяется точностью оценок и стоимостью (см. табл. 11).

Классификация видов энергетического обследования

	Экспресс-обследование	Детальное обследование
Длительность проведения	Один день	Многодневное
Перечень энергосберегающих мероприятий	Базовый	Детальный
Точность оценки эффекта предлагаемых мероприятий	Приблизительная	Более точная
Стоимость энергетического обследования	Относительно недорогое	Существенно более дорогое

В зависимости от информации, которую необходимо получить в рамках визуальных и приборных обследований, и сложности проведения самих обследований возможно их проведение как самостоятельно, так и с привлечением внешних специалистов или специализированных организаций.

При выборе ряда мероприятий представленные в табл. 12 приборные обследования могут быть избыточны. Для принятия отдельных решений визуальные или приборные обследования могут вообще не проводиться. Для них более важной информацией являются данные архивов приборов учета, которые, по сути, представляют результаты не точечных временных измерений, а более богатый набор информации постоянного мониторинга режимов тепло-, водо- и электроснабжения МКД.

Таблица 12

Использование определенного типа приборного обследования при реализации различных энергосберегающих мероприятий (блоки применимости определенного типа обследований залиты серым цветом)

№ п/п	Наименование типового мероприятия	Вид и предмет обследования						
		Теловизионное обследование	Определение сопротивления теплопередачи	Обследование теплового узла	Мониторинг температурного режима	Обследование систем освещения	Обследование силового хозяйства	Обследования на основе архива данных с приборов учета
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Утепление и ремонт фасада</i>								
1	Утепление наружных стен							
2	Ремонт фасада с герметизацией межпанельных соединений (теплый или плотный шов)							
3	Повышение тепловой защиты окон в местах общего пользования - МОП (установка новых окон с более высоким приведенным сопротивлением теплопередаче)							

№ п/п	Наименование типового мероприятия	Вид и предмет обследования						
		Теловизионное обследование	Определение сопротивления теплопередачи	Обследование теплового узла	Мониторинг температурного режима	Обследование систем освещения	Обследование силового хозяйства	Обследования на основе архива данных с приборов учета
1	2	3	4	5	6	7	8	9
4	Утепление крыши (верхнего покрытия, совмещенного с кровлей)							
5	Устройство «теплого» чердака							
6	Утепление чердачного перекрытия							
<i>Ремонт внутридомовых инженерных систем отопления и (или) водоснабжения</i>								
7	Ремонт (замена) трубопроводов внутридомовой системы отопления в сочетании с тепловой изоляцией (в неотапливаемых помещениях)							
8	Ремонт (замена) трубопроводов внутридомовой системы горячего водоснабжения в сочетании с тепловой изоляцией (в неотапливаемых помещениях; по стоякам)							
9	Установка циркуляционного трубопровода и насоса в системе горячего водоснабжения							
10	Установка частотно-регулируемого привода на существующее насосное оборудование: отопление и/или горячее водоснабжение (ГВС) и/или холодное водоснабжение (ХВС)							
11	Замена существующего насосного оборудования на новое энергоэффективное оборудование (со встроенным частотно-регулируемым приводом и системой управления электродвигателем): отопление и/или ГВС и/или ХВС							
12	Установка устройств для компенсации реактивной мощности (УКРМ) насосного оборудования							
<i>Установка узлов управления и регулирования потребления ресурсов</i>								
13	Установка узлов управления и регулирования потребления тепловой энергии в системе отопления и горячего водоснабжения							
14	Установка автоматических или ручных балансировочных клапанов и балансировка системы отопления							
15	Модернизация индивидуального теплового пункта (ИТП) с установкой теплообменника ГВС и установкой аппаратуры управления го-							

№ п/п	Наименование типового мероприятия	Вид и предмет обследования						
		Теловизионное обследование	Определение сопротивления теплопередачи	Обследование теплового узла	Мониторинг температурного режима	Обследование систем освещения	Обследование силового хозяйства	Обследования на основе архива данных с приборов учета
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	рячим водоснабжением (регуляторов температуры горячей воды)							
16	Установка регуляторов температуры горячей воды на вводе в здание							
Ремонт или замена лифтового оборудования								
17	Ремонт лифтового оборудования с установкой частотно-регулируемого привода и эффективной программой управления							
18	Замена существующего лифтового оборудования на новое со встроенным частотно-регулируемым приводом и эффективной программой управления							
19	Установка устройств для компенсации реактивной мощности (УКРМ) лифтового оборудования							
Ремонт подвальных помещений, относящихся к общему имуществу в МКД, и фундамента здания								
20	Утепление пола по грунту							
21	Утепление перекрытий над подвалом (техническим подпольем)							
Другие виды работ								
22	Замена светильников на основе ламп накаливания в местах общего пользования на энергоэффективные осветительные приборы							
23	Установка систем автоматического контроля и регулирования освещения в местах общего пользования							
24	Замена светильников с лампами ДРЛ в системах подъездного освещения на энергоэффективные аналоги							
25	Установка теплоотражающих экранов за отопительными приборами в местах общего пользования (МОП)							
26	Уплотнение наружных входных дверей с установкой доводчиков							

При отсутствии у собственников МКД части необходимой информации она может быть собрана в результате визуального или приборного обследования силами собственников или управляющей организации или с привлечением

квалифицированных внешних специалистов. Проводить энергетическое обследование МКД целесообразно в течение отопительного периода, когда можно с помощью измерений точнее оценить потери тепла и способы их устранения.

По результатам энергетического обследования:

- выявляются места повышенных теплопотерь;
- раскрываются причины выявленных нарушений и недостатков при использовании ТЭР;
- производится корректировка исходных данных в «Помощнике ЭКР»;
- при необходимости составляется отчет и энергетический паспорт МКД.

10.2. Приборная база для проведения обследований МКД

Для проведения инструментального обследования должны применяться стационарные или специализированные портативные приборы, определенные далее в этом разделе. Исходя из целей и типов проведения приборного обследования и в зависимости от информации, которую необходимо получить, рекомендуется использовать приборы, перечисленные в табл. 13.

Таблица 13

Использование определенного типа приборного обследования при реализации различных энергосберегающих мероприятий в ходе капитального ремонта

Измеряемый параметр	Средства измерения	Внешний вид прибора
Обследование наружных ограждающих систем зданий		
Наружные ограждающие конструкции для качественной оценки состояния теплоизоляции наружных ограждающих конструкций, измерение распределения температуры на разных поверхностях	Тепловизор	 Тепловизор Источник www.fluke.com
Равномерность распределения теплоносителя в системах отопления	Тепловизор	 Тепловизор Источник www.fluke.com
Определение сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций зданий	Тепловизор, контактный и бесконтактный термометр, измеритель теплового потока (ИТП), даталоггер (самописец температуры и теплового потока)	 Измеритель плотности теплового потока Источник www.stroypribor.com

Измеряемый параметр	Средства измерения	Внешний вид прибора
<p>Плотность теплового потока через ограждающую конструкцию, тепловую изоляцию трубопроводов:</p> <ul style="list-style-type: none"> – температура воздуха, – влажность воздуха, – скорость воздушного потока 	<p>измеритель плотности теплового потока, термометр, анемометр, гигрометр</p>	<div style="text-align: center;">  <p>Измеритель плотности теплового потока Источник www.stroypribor.com</p>  <p>Гигрометр Источник www.fluke.com</p>  <p>Анемометр</p> </div>
Обследование системы теплоснабжения		
<p><i>Центральное отопление:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – температура воды (теплоносителя) в прямом (подающем) трубопроводе; – температура воды (теплоносителя) в обратном трубопроводе; – расход воды (теплоносителя) в прямом (подающем) трубопроводе; – расход воды (теплоносителя) в обратном трубопроводе; – давление воды (теплоносителя) в прямом (подающем) трубопроводе; – давление воды (теплоносителя) в обратном трубопроводе 	<p>Контактный и бесконтактный термометр, пирометр (для дистанционного измерения температуры), манометр, расходомер, даталоггер (самописец температуры)</p>	<div style="text-align: center;">  <p>Даталоггер (самописец температуры) Источник www.technoac.ru</p> </div>
<p><i>Горячее водоснабжение:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – температура воды в подающем трубопроводе ГВС; – температура воды в циркуляционном трубопроводе; – температура горячей воды у потребителя, наиболее удаленного от источника ГВС; – давление воды в подающем трубопроводе 	<p>Контактный и бесконтактный термометр, пирометр (для дистанционного измерения температуры), манометр</p>	<div style="text-align: center;">  <p>пирометр Источник www.fluke.com</p> </div>

Измеряемый параметр	Средства измерения	Внешний вид прибора
Обследование системы водоснабжения		
Давление воды в подающем трубопроводе	Манометр	 <p>Манометр Источник teplo-ltd.ru</p>
Обследование системы электроснабжения		
Определение качества электроэнергии в системах энергоснабжения. Определение несимметрии трехфазной системы напряжения	Анализатор качества электроэнергии	 <p>Анализатор качества электроэнергии</p>
Выявление точек перегрева силового оборудования	Тепловизор	 <p>Тепловизор Источник www.fluke.com</p>
Измерение уровня освещенности мест общего пользования	Люксметр – яркомер	 <p>Люксметр – яркомер Источник www.eco-e.ru</p>

10.3. Определение характеристик и состояния ограждающих конструкций и других конструктивных элементов МКД

Ограждающие конструкции могут быть монолитными и сборными. По структуре они бывают простыми (изготовленными из одного материала, например, деревянные, кирпичные или легкобетонные стены и панели, несущие железобетонные панели перекрытия) и комплексными (многослойные стеновые панели с утепляющими и отделочными слоями). Основными материалами для ограждающих конструкций служат камень и лёгкие бетоны (для наружных стен), тяжёлый бетон, железобетон и кирпич (для несущей части наружных стен, перекрытий и покрытий, а также внутренних стен и несущих перегородок), гипсобетон (для перегородок), листовое стекло (для заполнения светопро-

зрачных проёмов), теплоизоляционные, звукоизоляционные и отделочные материалы, в том числе на основе пластмасс и асбестоцемента.

Оценка состояния ограждающих конструкций включает четыре основных типа обследований:

1. Определение теплозащитных характеристик ограждающих конструкций. В процессе эксплуатации зданий подчас (например, на основании жалоб) требуется проверить теплозащитные качества ограждений, особенно в местах увлажнения и промерзания, чтобы решить вопрос об их утеплении. Эти качества определяются приведенным сопротивлением теплопередаче. Итогом являются рекомендации по утеплению ограждающих конструкций.

2. Определение воздухопроницаемости ограждающих конструкций. При несоответствии воздухопроницаемости ограждающих конструкций нормативным требованиям¹¹ рекомендуется замена оконных проемов, утепление межпанельных швов в стыках панелей или модернизация/наладка системы вентиляции.

3. Определение влажностного состояния ограждающих конструкций. Если точка росы находится внутри помещения, то это приводит к образованию конденсата на стенах и, как следствие, к разрушению утеплителя или внутренней поверхности стены, а также образованию грибка, негативно влияющего на здоровье людей, проживающих в помещении. При выявлении увлажнения и частичного разрушения слоя утеплителя рекомендуется замена данного слоя утеплителя.

4. Определение прочностных характеристик ограждающих конструкций. При несоответствии прочностных характеристик ограждающих конструкций нормативным значениям рекомендуется поставить вопрос о сносе данного здания.

Для формирования перечня мероприятий, направленных на повышение энергетической эффективности, и их дальнейшей реализации, определение теплозащитных характеристик ограждающих конструкций МКД на основе приборного тепловизионного обследования является важным элементом обследования МКД. Типовые потери тепла через элементы ограждающих конструкций в МКД массовых серий представлены в табл. 14. Теплотери через стены, окна и двери дают 70 % всех теплотерь. Поэтому оценка приведенного сопротивления теплопередаче этих элементов и локализации мест теплотерь с помощью тепловизионного обследования позволит обосновать необходимость реализации мероприятий по утеплению МКД.

Проведение тепловизионного обследования решает следующие задачи:

- локализация мест повышенных тепловых потерь;
- оценка состояния ограждающих конструкций.

Перед реализацией энергосберегающих мероприятий целесообразно провести тепловизионный мониторинг состояния ограждающих конструкций МКД, который позволяет выявить их дефекты, возникшие в процессе строи-

¹¹ ГОСТ 25891-83. Здания и сооружения. Методы определения сопротивления воздухопроницанию ограждающих конструкций

тельства или эксплуатации МКД. О наличии дефектов строительных конструкций судят по анализу искажений температурного поля на термограмме. На рис. 2 отмечены характерные места локальных утечек тепла, порождаемые дефектами строительной конструкции.

Таблица 14

Потери тепла через наружные ограждающие конструкции
в МКД массовых серий

Конструктивные элементы зданий, через которые происходят потери	Доля потерь, %
Стены	32–36
Окна	24–29
Кровля	24 (через потолок верхнего этажа –1 %)
Воздухообмен	9–37
Фундамент	6 (через пол 1-го этажа – 2 %)

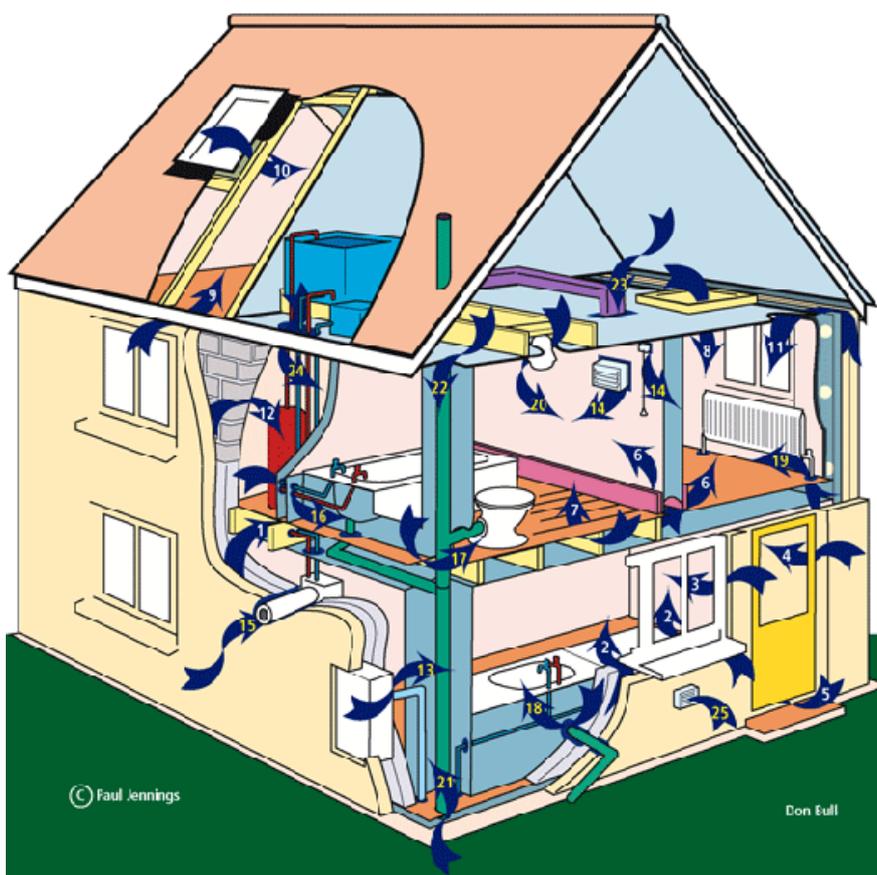


Рис. 2. Ключевые типичные места локальных теплотерь
строительных конструкций в МКД

- | | | | |
|---|--|----|---|
| 1 | Межэтажные перекрытия и балки | 14 | Места крепления кондиционеров и инфракрасных нагревателей |
| 2 | Места под подоконниками и вокруг оконных рам | 15 | Выходы вентиляции |
| 3 | Окна и / или плохо заделанные оконные рамы | 16 | Места прокладки трубопроводов отопления и ГВС |
| 4 | Места возле дверных проемов | 17 | Места прокладки трубопроводов водоотведения внутри здания |

- | | | | |
|----|---|----|--|
| 5 | Под входными дверями | 18 | Выходы труб инженерных коммуникаций из здания |
| 6 | По верхнему и нижнему краям плинтусов | 19 | Зазоры вокруг нагревательных труб |
| 7 | Между отдельными секциями полов, в том числе деревянных половиц, ламината | 20 | Места крепления осветительных приборов |
| 8 | Около чердачных люков и дверей на технический этаж | 21 | Места стыков трубопроводов инженерных систем к подвальным помещениям |
| 9 | Через крышу | 22 | Выходы вентиляционных коробов на крышу |
| 10 | Возле мест крепления светильников | 23 | Через системы кондиционирования и теплового нагрева воздуха |
| 11 | Через неплотности в многослойной стене или в пустотелых стенах | 24 | Зазоры и неуплотненные места вокруг труб возле мест водоразбора на крыше или в подвале МКД |
| 12 | Межпанельные швы, трещины или отверстия | 25 | Вокруг и через настенные кухонные вентиляторы, вентиляционные отверстия вытяжки, сушилки |
| 13 | Места прокладки инженерных коммуникаций | | |

Источник: www.greenspec.co.uk/building-design/refurb-airtightness.

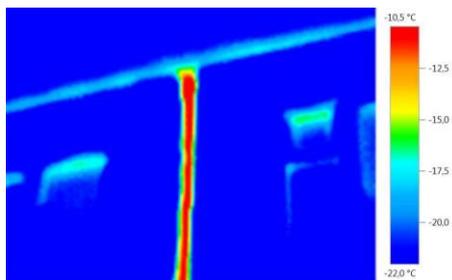
Практической опыт работы по тепловизионному обследованию строительных конструкций¹² показывает, что по крайней мере половина сдаваемых в последние годы в эксплуатацию МКД не соответствуют существующим нормам по энергосбережению даже при том, что проекты всех МКД прошли соответствующую экспертизу и признаны соответствующими всем требованиям. Это происходит по причине отступления от проектной документации в процессе строительства.

Основные типовые дефекты строительной конструкции, которые можно выявлять с помощью тепловизионной диагностики, представлены на рис. 3.

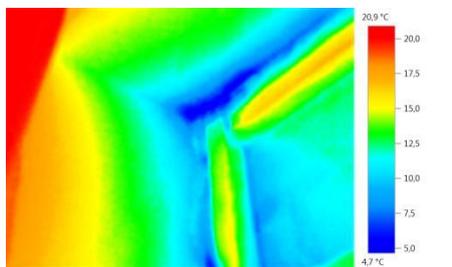
Тепловизионный контроль является эффективным инструментом выявления мест избыточных теплопотерь, состояния межпанельных швов и качества стеклопакетов. Тепловизионное обследование может выполняться самостоятельно при наличии тепловизора и минимального опыта работы с ним.

Внедрение практики тепловизионных обследований можно широко применять как основу планирования и приемки работ по герметизации межпанельных стыков, утеплению фасадов, установке энергоэффективных окон, а также по регулировке систем теплоснабжения, теплоизоляции трубопроводов, установке радиаторных отражателей. Это позволит рационально сформировать пакет мероприятий по энергоэффективному капитальному ремонту и снизить расходы на отопление зданий.

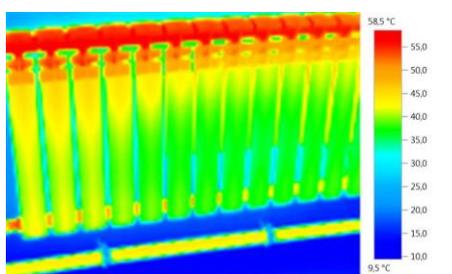
¹² Thermal nondestructive testing of buildings in practice / O. Lebedev, D. Kirzhanov, V. Avramenko, O. Budadin // Proceedings of 16th WCNDT. № 609. 2004. P. 1–8.



Трещины и плохой монтаж межпанельных швов



Некачественный монтаж окон

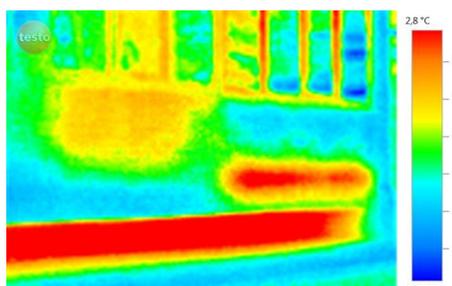
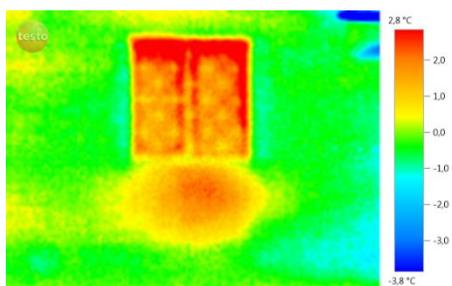


Радиатор отопления.

Отсутствует теплосъем с нижней части радиатора



Теплопотери через входную группу и окна первого этажа



Неутепленные участки стен за радиаторами отопления и у цокольного этажа

Рис. 3. Типовые дефекты ограждающих конструкций МКД, выявляемые с помощью тепловизионной диагностики

Одной из задач тепловизионного обследования может быть определение качества заделки межпанельных швов МКД. Оценить качество проведенных работ и необходимость проведения ремонта на других МКД можно, сравнив термограммы «до» и «после» или с «образцовыми» термограммами швов. По результатам тепловизионного обследования на группе МКД (см. рис. 3) были сделаны следующие выводы:

– основными и значительными источниками теплопотерь являются окна, открытые форточки, части фасада за радиаторами отопления, площадки лестничных пролетов; слуховые окна, некачественно изготовленные строительные панели и межпанельные стыки;

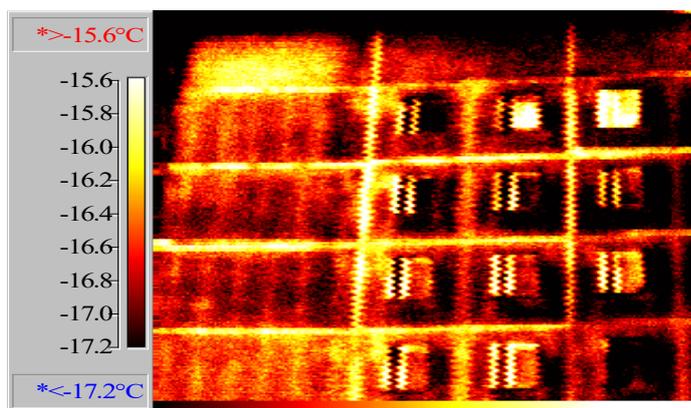
– теплопотери через стены панельных зданий на 10–15 % выше теплопотерь через стены кирпичных зданий (при условии одинаковой температуры внутри). Об этом говорит тот факт, что температура поверхности стен панельных зданий выше температуры поверхности стен кирпичных зданий на 3–5 °С. Температура поверхности утепленных стен ниже температуры поверхности панельных стен на 5–6 °С;

– остекление лоджий дает значительный теплосберегающий эффект;

– теплопотери через окна в кирпичных домах ниже, чем в панельных домах. Это связано с конструкцией окон: отдельные переплеты в кирпичных домах и спаренные – в панельных;

– большое число открытых форточек при температуре наружного воздуха ниже –25 °С в рабочее время является явным признаком значительных и постоянных «перетоков» – повышенной температуры в квартирах;

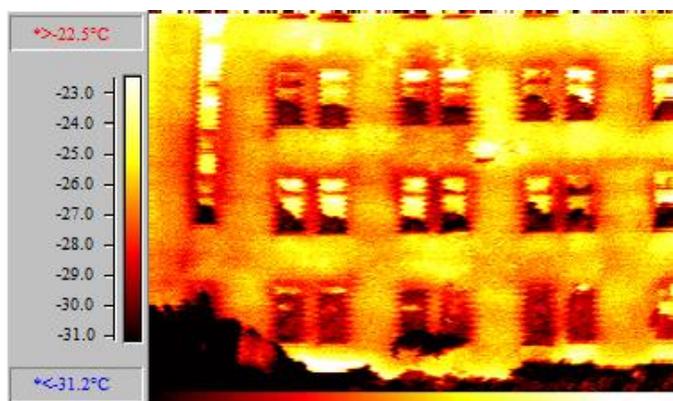
– наличие тепловых излучений через слуховые окна свидетельствует о низком качестве утепления потолков на верхних этажах зданий.



МКД, 9 этажей, панельное здание.

Тепловизионная съемка проводилась с торца здания (верхние этажи). В 2003 г. в здании проведена герметизация межпанельных стыков. То есть **качество герметизации межпанельных стыков неудовлетворительное**. Видно также **низкое качество стеновых панелей**.

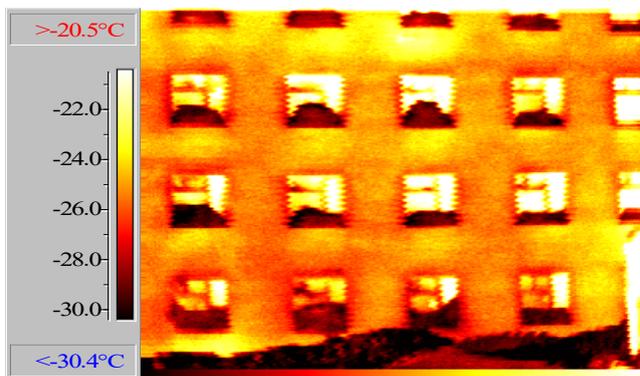
Требуются мероприятия по утеплению фасадов и межпанельных швов



МКД, 4 этажа, панельное здание. Тепловизионная съемка проводилась со стороны внутреннего фасада здания (1-3 этаж, нижняя левая часть).

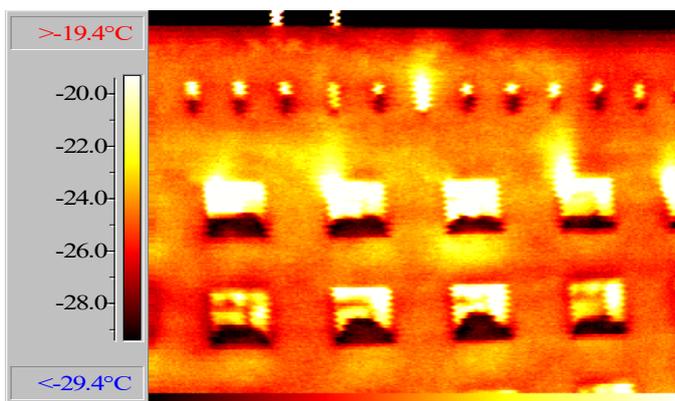
На большей части поверхности окон и стены наблюдается температура от –26 до –24 °С. Это свидетельствует о **тепловых потерях в верхней части здания**, поскольку нижние окна в здании имеют более низкую температуру поверхности (до –29 °С).

Требуются мероприятия по утеплению крыши и фасадов в верхней части здания



МКД, 4 этажа, панельное здание. Тепловизионная съемка проводилась со стороны внутреннего фасада здания (1-3 этаж, нижняя правая часть). По всей поверхности фасада здания наблюдается повышенная температура (от -24 до -22 °С). Особенно высокая температура наблюдается на поверхности окон 2-го и 3-го этажей. Соответственно, тепловые потери через эти окна значительны. Это свидетельствует о **неудовлетворительном состоянии окон**.

Требуются мероприятия по замене оконных проемов



МКД, 4 этажа, панельное здание. Тепловизионная съемка проводилась со стороны внутреннего фасада здания (3-4 этаж, верхняя правая часть).

В этой части здания в верхнем ряду окон имеются открытые форточки. Также наблюдается повышенная температура на поверхности стен под окнами здания (в этих местах **повышенные потери теплоты от отопительных приборов в здании**).

Требуются мероприятия по регулировке системе отопления и утеплению фасадов, как минимум в местах крепления радиаторов



МКД, 4 этажа, панельное здание. Тепловизионная съемка проводилась со стороны торца здания (3-4 этаж).

На верхней части стены здания (располагается технический этаж) наблюдается повышенная температура: от -22 до -20 °С. Также имеются открытые форточки в верхнем ряду окон. Эти факторы говорят о **разрегулированности системы отопления и существенном перетоке технического этажа**.

Требуются мероприятия по регулированию системы теплоснабжения

Рис. 4. Термограммы фасадов МКД в г. Норильск в рамках проекта по анализу качества проведения капитального ремонта МКД

Качественный анализ термограмм (см. рис. 4 и 5) показал, что в большинстве случаев пространственное распределение температурного поля на поверхностях фасадов жилых зданий неравномерное. Наиболее существенные утечки тепла наблюдаются через:

- неутепленные стены с заниженным коэффициентом приведенного сопротивления теплопередаче;
- устаревшие светопрозрачные конструкции окон, балконных дверей и лоджий;
- открытые форточки;
- участки стен за радиаторами отопления;
- места примыкания лоджий к фасадам;
- козырьки неутепленных лоджий;
- внешние выходы вентиляционного отверстия (верхние отводы вентиляционных шахт);
- нежилые помещения первых этажей;
- подвальные помещения; выходы чердачных помещений.

Применение стеклопакетов (41 % окон) дает разные результаты в зависимости от их качества. В ряде случаев установка стеклопакетов низкого качества не привела к улучшению теплозащитных характеристик окон. Поэтому при реализации мер по замене окон очень важно правильно подбирать стеклопакеты. В некоторых случаях открытые форточки являются следствием локальных «перетоков» и избыточных теплозащитных свойств некоторых стеклопакетов при отсутствии регулирования подачи тепла на здание.

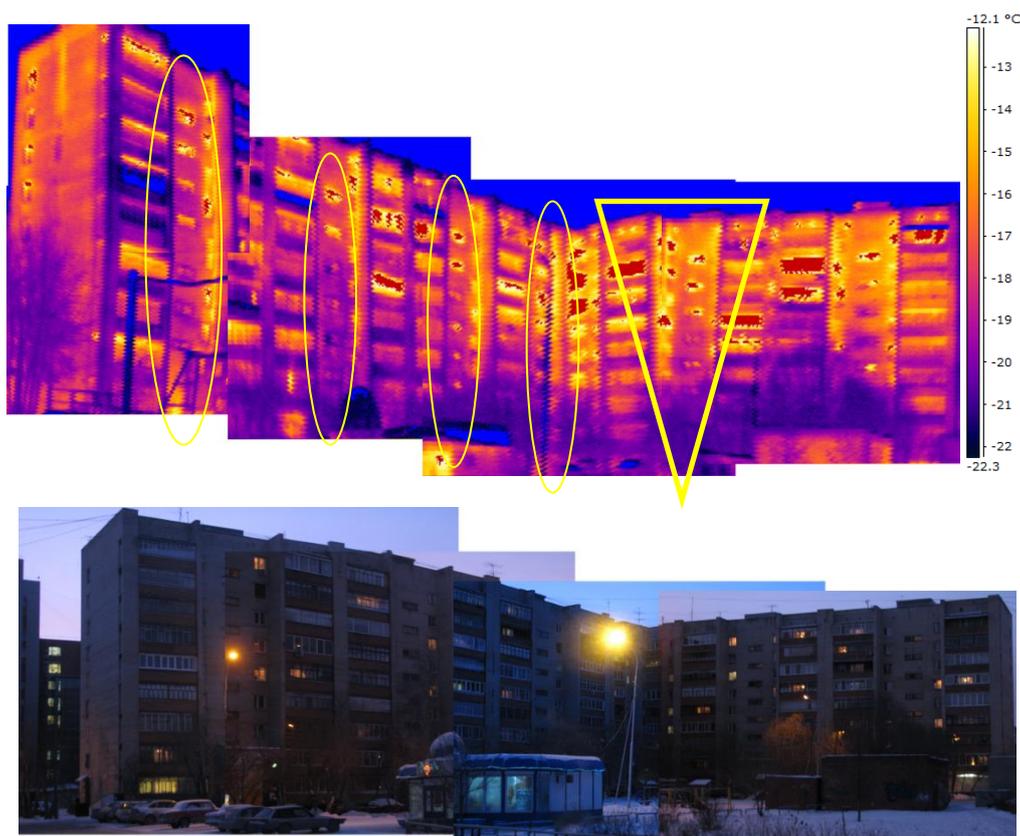


Рис. 5. Термограмма и фотография фасада в г. Тюмень

В некоторых секциях видны высокие теплотери в верхней и центральной части секции. Велики потери тепла на верхних этажах в здании с верхней разводкой. Очевидны также высокие потери тепла через окна, незастекленные

лоджии, места примыкания лоджий к фасадам. Требуются мероприятия по установке стеклопакетов и утеплению фасадов. Термограмма и фотография МКД в г. Тюмень.



Рис. 6. Термограмма и фотография МКД в г. Тюмень

«Светятся» переплеты старых окон и дверей балконов, стены и двери нижних этажей. Требуются мероприятия по установке стеклопакетов.

10.4. Порядок приборного обследования наружных ограждающих конструкций с определением сопротивления передаче элементов МКД

Порядок тепловизионного контроля МКД с определением количественных характеристик приведенного сопротивления теплопередаче представлен на рис. 7. Целью теплотехнических обследований ограждающих конструкций является выявление их фактических теплозащитных качеств и их соответствия нормативным требованиям, которые в последние годы существенно изменились.

Реализация данного типа обследования требует специальной подготовки, поэтому чаще всего для определения дефектов строительной конструкции нанимают специализированную организацию

Порядок обследования базируется на комплексном анализе результатов измерений температур и определении других вспомогательных параметров¹³ с последующей компьютерной обработкой полученных данных. На первом этапе производится установка на несколько дней даталоггеров (самописцев) теплового потока и температуры на поверхности стен и окон в специально выбранных зонах МКД. Далее осуществляется тепловизионная съемка всех ограждающих конструкций зданий. Для определения приведенного сопротивления теплопередаче всей строительной конструкции необходимо определение приведенного сопротивления теплопередаче отдельных компонентов наружной ограждающей конструкции (окон, стен). Определение приведенного сопротивления теплопередаче фрагментов ограждающих конструкций позволяет оценить соответствие

¹³ ГОСТ 26629-85. Здания и сооружения. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций. Москва : Изд-во стандартов, 1985. 14 с. ; ГОСТ 26254-84. Здания и сооружения. Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций. Москва : Изд-во стандартов, 1985. С. 25.

значений фактических теплотехнических параметров ограждающих конструкций требованиям норм и значениям, указанным в проектной документации. Комплексная технология тепловизионных обследований наружных ограждающих конструкций зданий позволяет проводить обследования в реальных условиях эксплуатации МКД с учётом их тепловой инерции при разнице температур между внутренним и наружным воздухом не менее 10 °С и определять приведенное сопротивление теплопередаче с погрешностью 15 % летом и зимой¹⁴.

Порядок определения приведенного сопротивления теплопередаче в МКД регламентирован нормативными документами, однако изложенные в них процедуры, основанные на прямых измерениях температур и плотностей тепловых потоков применимы лишь в ограниченные периоды низких температур наружного воздуха, что на практике наблюдается крайне редко.

Схема комплексного теплового контроля строительных сооружений



Рис. 7. Порядок тепловизионного контроля МКД для определения их теплотехнических характеристик

Источник: Научно-методические принципы энергосбережения и энергоаудита : науч. и учеб.-метод. справ. пособие. Научно-методические принципы энергоаудита и энергоменеджмента / Т.Е. Троицкий-Марков, О.Н. Будадин, С.А. Михайлов, А.И. Потапов. Москва : Наука, 2005. 544 с.

Результаты визуального и приборного обследования МКД могут являться частью комплексного энергетического обследования и оформляются как разделы «Отчета об энергетическом обследовании жилого здания» и (или) «Энерго-

¹⁴ Методика выбора аппаратуры для бесконтактного теплового неразрушающего контроля сооружений / О.Н. Будадин, Е.В. Абрамова, Т.Е. Троицкий-Марков, О.В. Лебедев // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2002. № 8. С. 21–24.

паспорта жилого здания». Отчет должен содержать полномасштабную оценку потенциала экономии энергии и перечень мероприятий по повышению энергоэффективности. Оценка экономии для каждого мероприятия получается на основе специальных инженерных расчетов с учетом исходных данных, введенных на основе реального состояния МКД.

Перед реализацией энергосберегающих мероприятий рекомендуется рассмотреть варианты оптимизации утепления фасадов МКД на основе результатов комплексного тепловизионного обследования ремонтируемых зданий с повышением приведенного сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций до нормативных требований СП 50.13330. Результаты комплексного тепловизионного обследования МКД и определения реального значения приведенного сопротивления теплопередаче помогают принять решения об оптимизации варианта утепления, включая подбор типа и толщины утеплителя отдельно для каждого элемента ограждающих конструкций. Перед разработкой проекта утепления фасадов ремонтируемых зданий целесообразно провести такие обследования с целью определения реального значения сопротивления теплопередаче отдельных элементов конструкции как в целом по зданию (приведенного значения), так и отдельных зон с аномальными распределениями температуры. Это позволит выбрать толщину теплоизолирующего материала и обеспечит экономию средств при реализации проекта. Достоинства и недостатки различных типов утепления фасадов можно найти в многочисленных источниках информации.

На рис. 8 показаны фотография (левая верхняя панель), термограмма (левая нижняя панель) и фотография фасада МКД в г. Москва с наложенной на нее «маской», указывающей рассчитанную толщину утеплителя, определенную по итогам тепловизионного обследования (правая панель). Оцененное приведенное сопротивление теплопередаче МКД составляет $1,5 \pm 15 \text{ \% м}^2\text{°С/Вт}$. В каждой зоне фасада МКД (цоколь, боковые области панелей с окнами, средние части панелей с окнами, примыкающие друг к другу, глухие панели) было определено сопротивление теплопередаче. На основании полученных результатов для каждой зоны фасада были рассчитаны значения толщины утеплителя (от 5 до 10 см, рис. 8, правая панель). Методика комплексного тепловизионного обследования с определением количественных теплотехнических показателей позволяет сравнивать приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждающих конструкций как до, так и после проведения энергоэффективного капитального ремонта¹⁵. Результаты инструментального обследования для МКД, расположенного в г. Москве, до и после проведения капитального ремонта представлены на рис. 9. Планировалось поднять значение приведенного сопротивления теплопередаче с $1 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$ до $3,16 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$. Как было выявлено по результатам специализированного тепловизионного обследования, после капитального ремонта приведенное сопротивление теплопередаче выросло до

¹⁵ Методика выбора аппаратуры для бесконтактного теплового неразрушающего контроля сооружений.

$3,0 \pm 10\% \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$, что является примером качественных работ по утеплению фасада в ходе капитального ремонта.

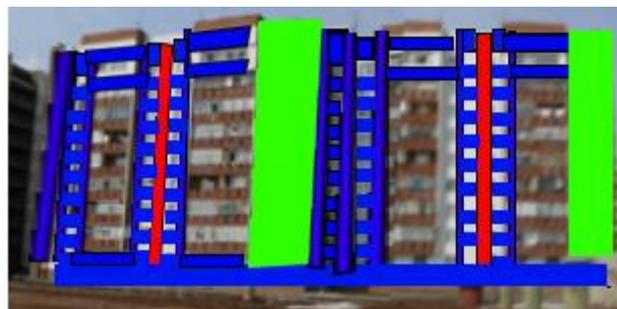
Фотография фасада МКД



Тепловизионное изображение фасада

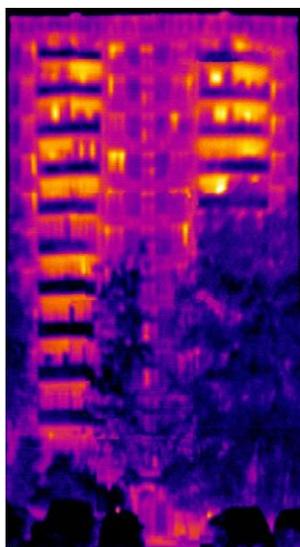


Фотография фасада МКД с наложенной «маской» с рассчитанной толщиной утеплителя на основе тепловизионного изображения и расчетов приведенного сопротивления теплопередаче



5 см 8 см 10 см

Рис. 8. Сравнение среднего результата измерений приведённого сопротивления теплопередаче чердачных перекрытий с требованиями норм



До реконструкции, $R_{пр} = 1,0$ (август 2002 г.)

После реконструкции, $R_{пр} = 3,0$ (март 2003 г.)

Рис. 9. Сравнение значений приведенного сопротивления теплопередаче для одного из МКД в г. Москве до, в процессе и после проведения капитального ремонта

10.5. Приборное обследование системы теплоснабжения

Для оценки энергетической эффективности работы системы теплоснабжения проводится инструментальное обследование тепловых пунктов, а также трубопроводов отопления и горячего водоснабжения как в тепловых пунктах, так и по подвалу здания.

В задачи инструментального обследования входят:

- выявление источников и оценка потерь тепловой энергии;
- оценка фактического состояния и определение энергетической эффективности оборудования тепловых пунктов, а также условий их эксплуатации;
- определение фактических параметров (давление, температура) сетевой и горячей воды, поступающей в здание, и их сопоставление с нормативными или договорными.

В данном виде приборного обследования рекомендуется использовать две группы приборов. Во-первых, штатные (уже установленные в тепловом узле) контрольно-измерительные приборы (манометры и термометры). По ним фиксируются параметры давления сетевой воды в подающем трубопроводе тепловой сети (на входе в тепловой узел); температуры сетевой воды в подающем трубопроводе тепловой сети (на входе в тепловой узел); давления сетевой воды в обратном трубопроводе тепловой сети (на выходе из теплового узла); температуры сетевой воды в подающем трубопроводе системы отопления (на выходе из отопительных подогревателей); температуры сетевой воды в обратном трубопроводе системы отопления (на выходе из отопительных подогревателей). Во-вторых, портативные переносные диагностические приборы, по которым фиксируется температура воды, поступающей на подогреватели горячего водоснабжения; горячей воды на выходе из подогревателей (поступающей к водоразборным приборам здания), а также расход воды. Во время обследования с помощью портативного переносного прибора измерения температуры фиксируются следующие параметры:

- температура сетевой воды в подающем трубопроводе тепловой сети (на входе в тепловые пункты);
- температура сетевой воды после системы отопления здания (на выходе из тепловых пунктов);
- температура сетевой воды на трубопроводе после элеватора.

При проведении приборных обследований в тепловых пунктах и обработке полученных результатов следует использовать в качестве сравнительных значений:

- данные о расчетных значениях температур сетевой воды в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети (согласно расчетному температурному графику);
- данные о нормативном давлении и перепаде давления в системе отопления здания;
- данные о нормативном значении температуры горячей воды, поступающей к водоразборным приборам здания.

Результаты приборных обследований 41 теплового узла МКД в г. Тюмени в сентябре-октябре 2009 г. показали, что фактическая температура сетевой воды, поступающей на отопительные подогреватели, была, как правило, существенно (на 10–35 °С) ниже значений, принятых по расчетному температурному графику 150–70 °С (рис. 10). В итоге фактический перепад температур сетевой воды в системе отопления зданий был существенно (до 36 °С) меньше нормативного значения. Это значит, что при среднесуточных температурах наружного воздуха ниже –15 °С в жилых зданиях имеется заметный «недотоп», причиной которого является несоблюдение расчетного температурного графика, а жителям приходится использовать электрообогреватели для ликвидации дефицита теплового комфорта.

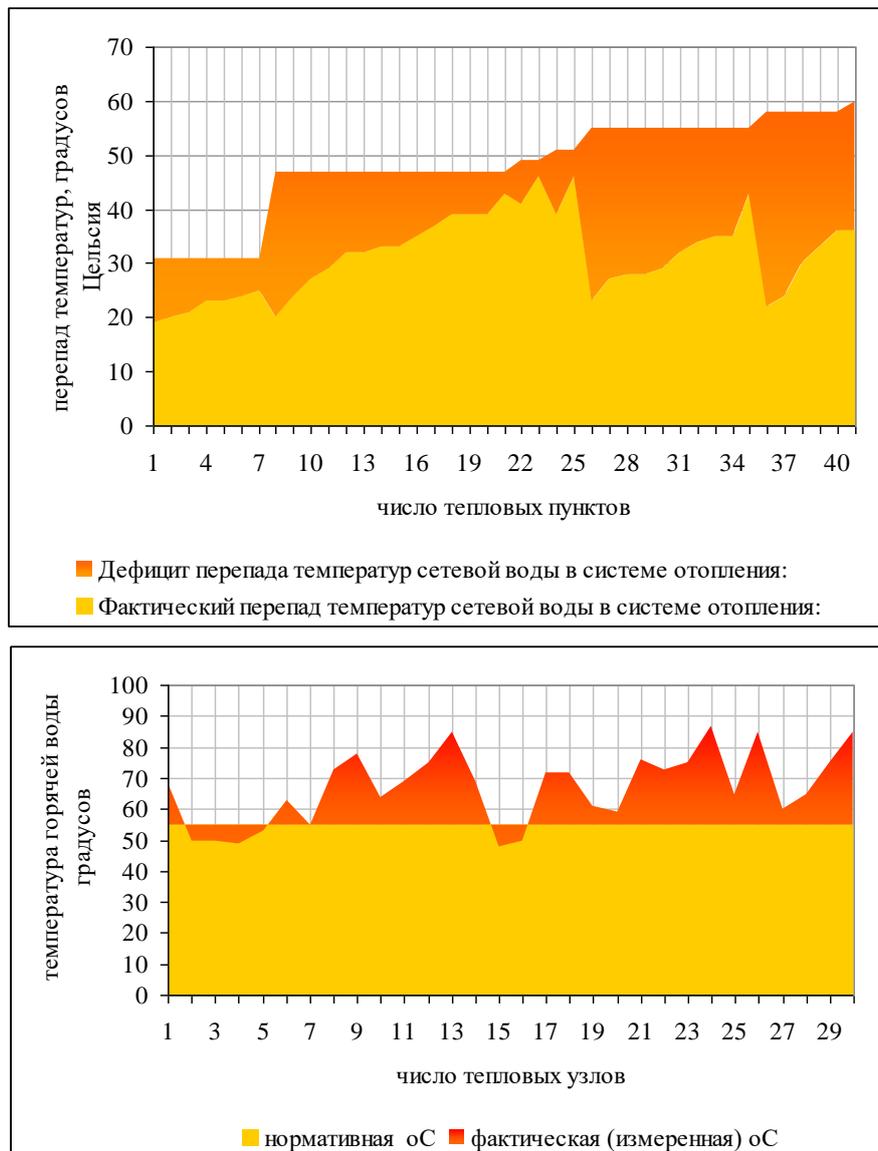


Рис. 10. Результаты измерения перепада температур сетевой воды в системах отопления (верхний график) и температуры горячей воды (нижний график) в тепловых пунктах МКД г. Тюмени

Источник: Оценки ЦЭНЭФ-XXI по данным замеров температур зданий в г. Тюмень.

Фактически измеренная температура воды на выходе из подогревателей горячего водоснабжения составляла 50–88 °С при нормативном значении на тот момент в г. Тюмени (в сентябре–октябре 2009 г.), равном 55 °С. Таким образом, фактическая температура горячей воды, поступающей к водоразборным приборам, во многих случаях на 15–33 °С превышала нормативные значения, что свидетельствует об отсутствии регулирования температуры горячей воды и, как следствие, о существенном перерасходе тепловой энергии, необходимой для горячего водоснабжения здания (до 35 %). В ряде тепловых пунктов, где есть автоматика на системе ГВС, она работала плохо (регуляторы расхода часто приходилось настраивать вручную).

На основе анализа результатов приборного обследования теплового узла можно сделать более точные выводы о необходимости наладки или модернизации системы отопления и ГВС в МКД и целесообразности установки АУУ или ИТП.

10.6. Использование архива данных с приборов учета для анализа полученной экономии по результатам реализованных мероприятий

Богатый набор данных можно получить из архива данных с прибора учета тепла. В первую очередь, можно оценить степень соблюдения температурного графика и реальную тепловую нагрузку на здание при каждом значении температуры наружного воздуха. Актуальную информацию можно получить с метеорологических сайтов.

На основе анализа этих данных можно сформулировать выводы о том, находится ли значение температуры сетевой воды в подающем трубопроводе в границах нормативных значений. Расхождение фактической и расчетной температур сетевой воды в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети при различных среднесуточных температурах наружного воздуха позволяет понять, насколько эффективно здание отбирало тепло. На рис. 11 показаны данные по фактическому суточному потреблению тепловой энергии на отопление и горячее водоснабжение за период с октября 2016 г. по февраль 2017 г. и с октября 2017 г. по февраль 2018 г. Они использовались для построения графика, отражающего зависимость потребления зданием тепловой энергии от температуры наружного воздуха. Данные по среднесуточной температуре наружного воздуха были взяты из базы сайта www.wheatherarchive.ru.

Однако сами по себе отдельные посуточные показания не всегда могут быть достаточно наглядными. Для анализа экономии потребления тепловой энергии до и после реализации энергосберегающих мероприятий рекомендуется сделать следующее:

1. Взять данные за продолжительный (желательно, не менее отопительного) период.
2. Затем посуточные объемы потребления следует отобразить на диаграмме в зависимости от температуры наружного воздуха.
3. На этой же диаграмме можно построить линию регрессии, которая и отражает усредненное потребление тепловой энергии после капитального ремонта. Для всех температур наружного воздуха она лежит ниже линии, отра-

жающей потребление тепловой энергии до реализации мероприятий по повышению энергетической эффективности. Это означает, что для любого значения температуры наружного воздуха здание стало потреблять меньше тепловой энергии. Другими словами, проведенные мероприятия достигли своей цели: была получена реальная и весомая экономия тепловой энергии: 411 Гкал в год, или 27,4 %. На основе показанных на рис. 12 зависимостей можно проводить расчеты для коррекции тепловых нагрузок на отопление зданий.

Такой же подход применим, в случае необходимости сравнить фактическое потребление с нормативным.

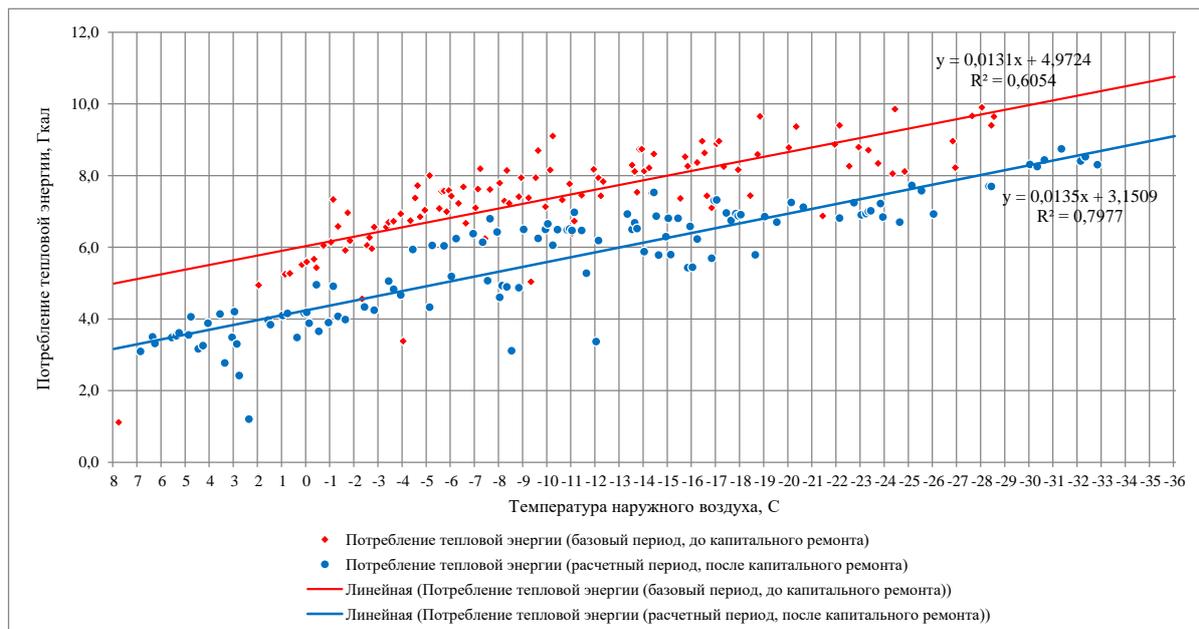


Рис. 11. Зависимость потребления тепловой энергии от температуры наружного воздуха для МКД

10.7. Приборное обследование системы электроснабжения

В системе электроснабжения МКД необходимо проверять освещенность в местах общего пользования нормативным требованиям, обследовать качество электрических контактов и соединений внутри МКД.

В систему электроснабжения и электропотребления жилых зданий входят вводно-распределительные устройства (ВРУ), питающие, групповые и распределительные сети и электропотребляющее оборудование. Электропотребляющее оборудование можно разделить на три группы:

- электроприемники в жилых помещениях;
- наружное освещение и освещение мест общего пользования;
- силовое оборудование (лифтовое оборудование, насосы и др.).

Последние две группы относятся к общедомовому электропотребляющему оборудованию.

При приборном и визуальном обследовании системы электроснабжения жилого здания необходимо запросить у управляющей компании (УК) и/или ре-

сурсоснабжающей организации (PCO) схему электроснабжения и получить следующую информацию:

- границы раздела балансовой принадлежности;
- основные характеристики общедомового электропотребляющего оборудования (лифты, насосы, освещение и т.д.);
- данные фактического электропотребления по видам электропотребляющего оборудования согласно показаниям счетчиков коммерческого учета, а также счетчиков технического учета (при их наличии).

Обследование электропотребляющего оборудования общедомового назначения необходимо проводить по двум направлениям:

- а) обследование систем освещения мест общего пользования и наружного освещения;
- б) обследование силового оборудования (лифтовое оборудование, насосы и др.).

Для оценки эффективности работы систем освещения мест общего пользования рекомендуется проводить обследование уровня освещенности в местах общего пользования обследуемого здания. При обследовании используется портативный прибор измерения освещенности – люксметр. Для обследуемых помещений значения уровня искусственного освещения надо сравнивать с соответствующими нормируемыми показателями по СП 52.13330.2016. Замеры в МОП должны проводиться в нескольких точках помещения (по углам и в центре помещения), причем в вертикальной плоскости нормирования освещенность должна измеряться на высоте 1,5 м от пола, а на столах и в горизонтальной плоскости нормирования – на высоте 0,8 м от пола. Требования к значениям средней освещенности помещений МКД следует принимать по табл. 15 и приложению Л СП 52.13330.2016.

Таблица 15

Требования к освещению помещений МКД

Освещаемые объекты	Средняя освещенность в горизонтальной плоскости не менее, лк
Жилые комнаты, гостиные, спальни, жилые комнаты общежитий	150
Кухни, кухни-столовые, кухни-ниши	150
Детские	200
Кабинеты, библиотеки	300
Внутриквартирные коридоры, холлы	50
Кладовые, подсобные	300
Гардеробные	75
Сауны, раздевалки, бассейны	100
Тренажерный зал	150
Биллиардные	300
Ванные комнаты, уборные, санузлы, душевые	50
Помещение консьержа	150
Лестницы	20
Поэтажные внеквартирные коридоры, вестибюли, лифтовые холлы	20
Колясочные, велосипедные	30

Освещаемые объекты	Средняя освещенность в горизонтальной плоскости не менее, лк
Тепловые пункты, насосные, электрощитовые, машинные помещения лифтов, вент-камеры	20
Основные проходы технических этажей, подпольий, подвалов, чердаков	20
Шахты лифтов	5

По итогам приборного обследования системы освещения рекомендуется рассмотреть целесообразность применения мероприятий по замене светильников на основе ламп накаливания в местах общего пользования на энергоэффективные осветительные приборы, установке систем автоматического контроля и регулирования освещения в местах общего пользования и замене светильников с лампами ДРЛ в системах подъездного освещения на энергоэффективные аналоги.

Перед проведением капитального ремонта необходим мониторинг состояния электрических контактов и соединений внутри МКД. Если проводить такую диагностику с использованием тепловизора, то с помощью регистрации тепловых выделений можно обнаруживать неисправности даже в скрытой проводке.

При проведении приборного контроля электрооборудования рекомендуется проводить:

- контроль качества электрической энергии на соответствие требованиям ГОСТ 13109-97 «Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения»;

- тепловизионный контроль распределительных устройств (электрощитовых) в соответствии с требованиями прил. 3 к РД 34.45-51.300-97 «Объем и нормы испытаний электрооборудования», и РД 153-34.0-20.363-99 «Основные положения методики инфракрасной диагностики электрооборудования и ВЛ».

Традиционные методы контроля электрооборудования ориентированы на необходимость временного вывода его из работы (что иногда – например, при испытаниях повышенным напряжением – может привести и к выходу его из строя). Тепловизионная диагностика позволяет производить как поэлементную, так и общую оценку технического состояния электрооборудования в процессе его работы, выявлять дефекты на ранней стадии их развития и определять эксплуатационные ограничения, препятствующие дальнейшему развитию дефектов.

Периодичность тепловизионного контроля электрооборудования зависит от его повреждаемости и затрат на профилактику. Пример ведомости тепловизионного обследования технического состояния электрооборудования в МКД приведен на рис. 12.



Рис. 12. Пример ведомости тепловизионного обследования технического состояния электрооборудования в МКД

Источник: Отчет о результатах тепловизионного обследования электрооборудования, проведенный ООО «Технологический институт энергетических обследований, диагностики и неразрушающего контроля «ВЕМО».

При оценке надежности системы противопожарной защиты от факторов неисправности систем электроснабжения часто возлагаются неоправданные надежды на такие известные методы защиты, как автоматика отключения (защита от токов короткого замыкания, перегрузки или утечки). Однако реальной причиной пожаров является, как правило, не «короткое замыкание», а искрение в некачественных соединениях и контактах (например, по причине ослабления крепежа) или в местах разрыва жил проводника. Значения температур различных элементов электрооборудования не должны превышать предельное значение температуры, обусловленное классом нагревостойкости материалов, из которых они изготовлены. Протекающий через неисправное соединение ток обычно не превышает номинальной величины, и его изменение не связано с изменением сопротивления изоляции проводов, поэтому автоматика защитного отключения (в том числе и устройство защитного отключения) нечувствительна к неисправностям такого типа.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Будадин О.Н. Тепловизионный бесконтактный неразрушающий контроль качества теплоизоляции наружных ограждающих конструкций с определением их теплотехнических характеристик / О.Н. Будадин, Е.В. Абрамова, Т.Е. Троицкий-Марков // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2002. – № 7. – С. 28–29.

Германович В. Альтернативные источники энергии и энергосбережение. Практические конструкции по использованию энергии ветра, солнца, воды, земли, биомассы / В. Германович, А. Турилин. – Санкт-Петербург : Наука и Техника, 2014. – 320 с. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/28775.html>.

ГОСТ 25891-83. Здания и сооружения. Методы определения сопротивления воздухопроницанию ограждающих конструкций.

ГОСТ 26254-84. Здания и сооружения. Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций. – Москва : Изд-во стандартов, 1985. – С. 25.

ГОСТ 26629-85. Здания и сооружения. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций. – Москва : Изд-во стандартов, 1985. – 14 с.

ГОСТ 30804.4.30-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Методы измерений показателей качества электрической энергии.

ГОСТ 32804.4.30-2013. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.

Гражданский кодекс Российской Федерации.

Дмитриев А.Н. Управление энергосберегающими инновациями в строительстве зданий : учеб. пособие / А.Н. Дмитриев. – Москва : АСВ 2000. – 320 с.

Жилищный кодекс Российской Федерации.

Комков В.А. Энергосбережение в жилищно-коммунальном хозяйстве : учеб. пособие для ССУЗов : допущено Федеральным агентством по строительству и ЖКХ / В.А. Комков, Н.С. Тимахова. – Москва : Инфра-М, 2013. – 319 с.

Комплексное тепловизионное обследование ограждающих конструкций административного здания ОАО «Стройтрансгаз» / С.С. Сидельников, Р.П. Батинич // Теплоэнергоэффективные технологии. – 2001. – № 3. – С. 35–40.

Кондратьев В.В. Организация энергосбережения (энергомеджмент) : учеб. пособие / В.В. Кондратьев. – Москва : Инфра-М, 2013. – 107 с.

Концепция управления энергосбережением в жилищно-коммунальном хозяйстве: системный подход / О.В. Максимчук [и др.]. – Волгоград : Волгоград. гос. архитектурно-строительный ун-т ; Крутон, 2015. – 285 с. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/73612.html/>

Курилюк И.С. Оценка теплозащиты наружных ограждающих конструкций зданий / И.С. Курилюк // Энергосбережение. – 2018. – № 3.

Межгосударственный стандарт ГОСТ 32144-2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.

Мельник А.Н., Лукишина Л.В. Методические основы оценки влияния энергетического фактора на результаты деятельности предприятия / А.Н. Мельник, Л.В. Лукишина // Аналитическая роспись. – 2010. – № 2. – С. 68–78.

Методика выбора аппаратуры для бесконтактного теплового неразрушающего контроля сооружений / О.Н. Будадин, Е.В. Абрамова, Т.Е. Троицкий-Марков, О.В. Лебедев // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2002. – № 8. – С. 21–24.

Методические рекомендации по проведению энергетического обследования многоквартирных домов, участвующих в региональных адресных программах по капитальному ремонту многоквартирных домов, финансируемых с участием средств государственной корпорации – Фонда содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства. – 2013.

Методические указания МУК 4.3.2900-11 «Измерение температуры горячей воды систем централизованного горячего водоснабжения», утвержденные Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 12 июля 2011 г.

Минэнерго России. Государственный доклад о состоянии энергосбережения и повышении энергетической эффективности в Российской Федерации в 2016 г. – Москва, 2017.

О коммерческом учете тепловой энергии, теплоносителя (вместе с Правилами коммерческого учета тепловой энергии, теплоносителя) : постановление Правительства Рос. Федерации от 18 ноября 2013 г. № 1034.

О предоставлении коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных и жилых домах (вместе с Правилами предоставления коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов) : постановление Правительства Рос. Федерации от 6 мая 2011 г. № 354.

О теплоснабжении : федер. закон № 190-ФЗ от 27 июля 2009 г.

Об утверждении Методики осуществления коммерческого учета тепловой энергии, теплоносителя : приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 17 марта 2014 г. № 99/пр.

Об электроэнергетике : федер. закон № 35-ФЗ от 26 марта 2003 г.

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

Отчет о результатах тепловизионного обследования одного из МКД г. Москвы, проведенного ООО «Технологический институт энергетических исследований, диагностики и неразрушающего контроля «ВЕМО».

Петрусева Н.А. Комментарий к Федеральному закону от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» / Н.А. Петрусева, В.Ю. Коржов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2015. – 209 с. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/30506.html>.

Правила и нормы эксплуатации жилищного фонда, утвержденные постановлением Госстроя России от 27 сентября 2003 г. № 170.

Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей, утвержденные приказом Министерства энергетики Российской Федерации от 13 января 2003 г. № 6.

Правила учета электрической энергии, утвержденные Минтопэнерго России 19 сентября 1996 г. и Минстроем России 26 сентября 1996 г.

Рекомендации по формированию субъектами Российской Федерации региональных программ (раздела краткосрочных планов реализации региональных программ), соответствующих требованиям постановления Правительства Российской Федерации от 17 января 2017 г. № 18 и предусматривающих предоставление финансовой поддержки за счет средств государственной корпорации – Фонда содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства и проведение работ (услуг) по капитальному ремонту общего имущества в многоквартирных домах, в том числе с выполнением мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности, утвержденные решением правления Фонда 24 марта 2017 г., протокол № 743.

СанПиН 2.1.4.2496-09. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения.

Системы вентилируемых и невентилируемых фасадов ЗАО «Русэксп» // Строительство. – 2003. – № 2. – С. 12–13.

СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение».

Современные стены и фасады // Современные строительные материалы. – 2000. – № 2.

СП 131.13330.2012 «Строительная климатология» Актуализированная версия СНиП 23-01-99*.

СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003.

Управление энергосбережением и энергетической эффективностью в городском хозяйстве : учеб. пособие / А.М. Идиатуллина [и др.]. – Казань : Казан. нац. исслед. технолог. ун-т, 2013. – 220 с. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/62012.html>.

Экономия тепловых ресурсов в жилых зданиях / А.И. Ананьев, В.М. Комов, Б.И. Петраков и др. // Теплоэнергоэффективные технологии. – 2001. – № 4. – С. 74–80.

Энергосберегающие технологии в промышленности : учеб. пособие для сред. проф. образования / А.М. Афонин [и др.]. – Москва : Инфра-М, 2013. – 207 с.

Учебное издание

Бедин Борис Михайлович

Управление энергосбережением объектов недвижимости

Учебное пособие

ИД № 06318 от 26.11.01.
Подписано в пользование 29.05.20.

Издательство Байкальского государственного университета.
664003, г. Иркутск, ул. Ленина, 11.

<http://bgu.ru>.