



**Будько Вл димир Борисович,**  
з меститель руководителя Центр инженерно-технического аудит ООО «Технологический институт “ВЕМО”»

**Грунин Игорь Юрьевич,**  
руководитель Центр инженерно-технического аудит ООО «Технологический институт “ВЕМО”»

**Комов Евгений Петрович,**  
н ч льник Н учно-технического отдел ООО «Технологический институт “ВЕМО”»

**Троицкий-Марков Ром н Тимурович,**  
инженер Н учно-технического отдел ООО «Технологический институт “ВЕМО”»



**Бутырин Андрей Юрьевич,**  
з ведущий л бор торией судебной строительно-технической экспертизы РФЦСЭ при Минюсте России, доктор юридических н ук, профессор Московского госуд рственного строительного университет

**Ким-Серебряков Дмитрий Вл димирович,**  
инженер Н учно-технического отдел ООО «Технологический институт “ВЕМО”»

**М кеев Андрей Викторович,**  
ведущий эксперт л бор тории судебной строительно-технической экспертизы РФЦСЭ при Минюсте России

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ТЕПЛОВИЗИОННОМУ ИССЛЕДОВАНИЮ КОНСТРУКЦИЙ ЧЕРДАЧНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ЗДАНИЙ**

Авторы описыв ют действия судебного эксперт , н пр вленные н уст новление причин возникновения и р звития дефектов конструкций черд чных помещений жилых и общественных зд ний с применением теплового метод нер зруш ющего контроля.

---

**Budjko V.B., Butirin A.Yu., Grunin I.Yu., Kim-Serebryakov D.V., Komov E.P., Makeev A.V., Troitsky-Markov R.T.**

### **TECHNICAL APPROACHES TO DETERMINATION OF CAUSES OF FROST PENETRATION INTO ENCLOSING STRUCTURES OF ROOF ROOMS IN RESIDENTIAL AND COMMUNAL BUILDINGS USING THERMAL IMAGE METHOD**

The authors set forth succession, describe actions of expert-builder aimed at establishment of causes of frost penetration into enclosing structures of roof rooms in residential and communal buildings using thermal image method of nondestructive inspection.

**Ключевые слов :** тепловизионное исследов ние, черд чное помещение, судебн я строительно-техническ я экспертиз

**Keywords:** thermal imaging research, a garret, judicial building-technical expert appraisal

**Задача:** установление причин возникновения и развития дефектов (мест протечек воздух и воды; мостики тепла и холод, обусловленные некорректными архитектурными и строительными решениями, а также некачественным строительством; нарушение температурно-влажностного режима чердачных помещений) конструкций чердачных помещений общественных и жилых зданий.

### 1. Объекты исследования

Конструкции чердачных помещений жилых и общественных зданий.

### 2. Типичные события, которые становятся предметом расследования иди судебного разбирательства; типовые вопросы, которые ставятся перед экспертом

Предметом расследования и судебного разбирательства, в данном случае, становятся события, повлекшие за собой деформации или появление внешних признаков скрытых дефектов конструкций чердачных помещений, связанные с влиянием следующих факторов (обстоятельств):

- нарушение тепловлажностного режима помещения;
- силовое воздействие несущие, ограждающие конструкции здания, которое не предусмотрено проектными решениями и сопровождается возникновением мостиков холода в ограждающих конструкциях;
- ошибки проектирования;
- нарушение требований строительных норм и правил и проектных решений, правил техники безопасности при производстве строительных работ;
- низкое качество примененных строительных материалов;
- внешние воздействия;
- стихийные бедствия;
- иные факторы.

Типовые вопросы, которые ставятся перед экспертом, при оценке качества конструкций чердачных помещений сводятся к оценке соответствия характеристик объекта исследования техническим требованиям нормативных документов.

Данные вопросы условно можно разделить на две группы:

**Вопросы первой группы** в общем виде

ориентируют эксперта на установление причинной связи между двумя событиями (действиями, явлениями) и подразделяются на следующие подгруппы.

**А.** Вопросы, ответы на которые предусматривают установление одного и того же явления при одном конечном результате, с установлением причинной связи между ними. Например: «Были ли допущены в ходе ведения строительных работ по утеплению кровли чердачного помещения отступления от требований строительных норм и правил? Если да, то какие именно? Состоят ли эти отступления в причинной связи с обрывом неона на кровле?».

**Б.** Вопросы, ответы на которые предусматривают установление не одного, нескольких и тех же явлений при одном конечном результате. Например: «Является ли промерзание стены следствием ненадлежащего монтажа внутрстенного утеплителя; следствием ненадлежащего устройств гидроизоляции; результатом ошибки проектирования?».

**Вопросы второй группы** ориентируют эксперта на установление технических спектров причинной связи при условии предоставления ему сведений только о конечном событии. Они затрагивают не только технические, но и организационные спектры произошедшего события. Например: «Что является причиной (каких причин) обрыва неона и накопления влаги в утеплителе кровли чердачного помещения?»; «Правильно ли был выбран способ утепления кровли чердачного помещения с учетом специфики тепловлажностного режима? Если установленный способ был выбран правильно, соблюдались ли требования, предъявляемые к его применению?».

### 3. Термины и определения

**Крыш (покрытие)** – верхнее ограждение здания для защиты помещений от внешних климатических факторов и воздействий. При наличии прострелов (проходного или полупроходного) над перекрытием верхнего этажа покрытие именуется чердачным.

**Кровля** – верхний элемент крыши (покрытия), предохраняющий здание от проникновения атмосферных осадков.

**Теплый чердак** – пространство между утепленными конструкциями кровли, наружными стенами и перекрытием верхнего этажа, обогреваемое теплом воздуха, который удаляется

**Т бл. 1. Примерный перечень приборов, используемых при проведении обследов ния**

Именова- ние прибор	Нормативный, методический документ	Диапазон измере- ния	Погрешность	Диапазон температуры
Тепловизор	ГОСТ 26629-85 [22]	Температура излучения объектов не более 0,2 °С; диапазон длин волн 2...5 мкм или 8...12 мкм; рекомендуемая частота кадров не менее 5 Гц (в отдельных случаях допускается другая частота); угол зрения (наличие сменных объективов): 7х7°, 12х12°, 20х20°, 40х40°; форма изображения не менее 320х240 элементов; рабочая температура от -15 до +60 °С; рекомендуется наличие системы защиты термогрмм, автономного питания, отсутствие жидких кристаллов	Не более 2% от верхней шкалы или 2 °С (наибольшее значение)	Диапазон измеряемых температур от -20 до 100 °С
Инфракрасный пирометр	ГОСТ 28243-96 [22]	Диапазон измеряемых температур от -20 °С до +200 °С; погрешность измерения не более 1:25	±1,5 °С	От -20 до +50 °С
Термометр контактный цифровой	ГОСТ 12997-84 [23]	От -20 °С до +200 °С	±0,5 °С	От -20 до +50 °С
Измеритель влажности	ГОСТ 21718-84 [24]	0,5–99,0%	±2 %	От -20 до +50 °С
Регистратор температуры с пишущий	ГОСТ 12997-84 [23]	От -40 °С до +150 °С	±0,5 °С	От -20 до +50 °С
Измеритель плотности тепловых потоков	ГОСТ 25380-82 [25]	1–2000 Вт/м <sup>2</sup>	±10 %	От -20 до +50 °С
Анемометр цифровой	ГОСТ 25380-82 [25]	0,4–30,0 м/с	±2 %	От 0 до +50 °С



новленному проекту или нормативным документом.

**Микроклимат помещения** – состояние внутренней среды помещения, оказывающее воздействие на человека, характеризующееся параметрами температуры воздуха и ограждающих конструкций, влажностью и подвижностью воздуха в помещении (по ГОСТ 30494).

**Параметры, характеризующие микроклимат помещений**, – температура воздуха; скорость движения воздуха; относительная влажность воздуха; результирующее значение температуры помещения; локальная симметрия результирующей температуры.

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

**Допустимые параметры микроклимата** – сочетание значений параметров микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека могут вызвать общее и локальное ощущение дискомфорта, ухудшение самочувствия и понижение работоспособности при усиленном напряжении механизмов терморегуляции и не вызывают повреждений или ухудшения состояния здоровья (по ГОСТ 30494).

**Зимний период года** – к зимнему периоду относятся месяцы со средними температурой минимального воздуха ниже минус 5 °С.

#### 4. Приборы, оборудование, инструменты

В качестве технических и программных средств используется программный комплекс «ВЕМО-2000», включающий систему теплового контроля, приборы определения параметров окружающей среды, компьютерную систему, специальную технологию контроля и программное обеспечение, поддерживающее ее.

Все приборы должны быть сертифицированы как средства измерений и допущены к применению в РФ. Требования к средствам контроля определяются используемой методикой выполнения измерений.

#### А. Система теплового контроля

Требования к системе теплового контроля указаны в [16, 17].

*Примечание.* Проверка приборов и тепловизоров производится в установленном порядке органами Государственной метрологической службы либо другими уполномоченными органами или организациями [21]. Межповерочный интервал устанавливается для приборов согласно технической документации.

#### Б. Приборы, используемые при проведении обследования (табл. 1)

#### В. Фиксирующие инструменты и материалы:

фотоаппарат, карандаш, ластик, планшет, листы бумаги или блокнот.

#### 5. Общие принципы применения теплового контроля при обследовании конструкций чердачных помещений

Рассматриваемые принципы определяют возможности применения теплового метода контроля при проведении теплотехнических обследований чердачных помещений жилых и общественных зданий и сооружений в зимний период года.

Тепловой метод дает возможность определять температурно-влажностный режим чердачного помещения и установить причины: промерзания ограждающих конструкций чердачных помещений; обрзования наледи и сосулек на кровле и т.п.

Тепловой метод позволяет регистрировать в различных условиях:

распределение температурного поля на наружных и внутренних поверхностях ограждающих конструкций чердачного помещения; состояние теплоизоляции инженерных коммуникаций, находящихся в чердачном помещении (трубопроводы отопления и горячего водоснабжения, ливневой канализации, воздуховоды, вентиляционные шахты).

Регистрация температурного поля на внутренних поверхностях ограждающих конструкций, участков теплопроводных включений, узлов примыканий внутренних и наружных

## Т бл. 2. Нормативно-техническая и специальная литература

№ п/п	Наименование документа	Содержание документа
1	СНиП 23-02-2003	Тепловая защита зданий / Госстрой России, НИИСФ, ЦНИИЭП жилищного строительства, АВОК, Мосгосэкспертиза, введены в действие с 10 октября 2003 г. – М., 2004
2	СНиП 23-01-99*	Строительная климатология / Госстрой России, НИИСФ, Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова (ГГО) Росгидромет, с изменением № 1, принятым постановлением Госстроя России от 24 декабря 2002 г. № 164 и введенным в действие с 1 января 2003 г. – М., 2003
3	СНиП II-26-76*	Кровли / Госстрой СССР, ЦНИИпромздания Госстроя СССР с учетом ЦНИИЭПжилищного строительства, ЦНИИЭПсельстроя Минсельстроя СССР, ЦНИИСК им. Кучеренко Госстроя СССР и ВНИИпроектсбестцемент Минстройматериалов СССР, с изменением, утвержденным постановлением Госстроя СССР от 27 июня 1979 г. № 101, введены в действие с 1 января 1980 г. – М., 1979
4	СНиП 12-03-2001	Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования / Госстрой России, ФГУ ЦОТС, Аналитический информационный центр «Стройтрудобезопасность», введены в действие с 1 сентября 2001 г. – М., 2001
5	СНиП 2.04.01-85*	Внутренний водопровод и канализация зданий / Госстрой СССР, ГПИСнтехпроект Госстроя СССР, ЦНИИЭП инженерного оборудования Госстроя, МНИИТЭП Главного управления Мосгорисполкома, Донецкий Промстройниипроект Госстроя СССР, СКБ Рострумпострой Росколхозстройобъединения, НИИ Мосстрой, НПО «Стройполимер», МГСУ, Мосводоканализационный проект, с изменением № 1, утвержденным постановлением Госстроя СССР от 28 ноября 1991 г. № 20, и изменением № 2, утвержденным постановлением Минстроя России от 11 июля 1996 г. № 18-46, введены в действие с 1 июля 1986 г. – М., 1997
6	СП 31-101-97	Проектирование и строительство кровель / Свод правил к ТСН КР-97 МО, Правительство Московской области, АО «ЦНИИПромздания», Лицензионно-экспертное управление Московской области, ООО «ТехноНИКОЛЬКровля», введены в действие с 3 марта 1998 г. – М., 1998
7	МГСН 2.01-99	Энергосбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и тепловодоэлектроснабжению / Правительство Москвы, НИИСФ, Агентство по энергосбережению, МНИИТЭП, Управление развития Генплана, ОАО «Моспроект», ВНИИС, введены в действие с 23 февраля 1999 г. – М., 1999
8	СП 23-101-2004	Проектирование тепловой защиты зданий / Госстрой России, НИИСФ РААСН, Мосгосэкспертиза, ОАО «ЦНИИпромздания», ФГУП ЦНС, ЦНИИЭПжилищного строительства, введены в действие с 1 июня 2004 г. – М., 2004



№ п/п	Наименование документа	Содержание документа
9	ГОСТ 26629-85	Метод тепловизионного контроля качеств теплоизоляции ограждающих конструкций / Госстрой СССР, НИИСФ, МИРЭА, НИИСК, «НИИМосстрой», введен в действие с 1 июля 1986 г. – М., 1985
10	ГОСТ 26254-84	Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций / Госстрой СССР, НИИСФ, НИИСК, ЦНИИЭПжилищ , введен в действие с 1 января 1985 г. – М., 1984
11	ГОСТ 30494-96	Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях / Госстрой России, ГПКНИИСнтехНИИпроект, НИИСФ, ЦНИИЭПжилищ , ЦНИИЭП учебных зданий, НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. Сысина, АВОК, введен в действие с 1 марта 1999 г. – М., 1996
12	ГОСТ 25380-82	Здания и сооружения. Метод измерения тепловых потоков, проходящих через ограждающие конструкции / Госстрой СССР, НИИСФ, ИТТФ, введен в действие с 1 января 1983 г. – М., 1982
13	ГОСТ 12.1.005-88*	Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» / Госкомстандарт СССР, Минздрав СССР, ВЦСПС, введен в действие с 1 января 1989 г. – М., 1998
14	ТСН КР-97 МО	Кровли. Технические требования и правила приемки / Правительство Московской области, «ЦНИИПромзданий» при участии Лицензионно-экспертного управления Московской области и ООО «ТехноНИКОЛЬКровля», введены в действие с 3 марта 1998 г. – М., 1998
15	Альбом технических решений по повышению тепловой защиты зданий, утеплению конструктивных узлов при проведении капитального ремонта жилищного фонда / Академия коммунального хозяйства им. К.Д. Памфилова. – М., 1996	
16	Методика проведения сбора и съема информации для определения теплотехнических характеристик наружных ограждающих конструкций объектов. ВЕМО 07.00.00.000.ДМ. Свидетельство об аттестации № 15/442-2003 от 09 августа 2003 г. / Технологический институт «ВЕМО». – М., 2003	
17	Методика диагностики и энергетических обследований наружных ограждающих конструкций строительных сооружений тепловизионным бесконтактным методом. ВЕМО 04.00.00.000.ДМ. Свидетельство об аттестации № 09-442-2001 от 09 июля 2001 г. / Технологический институт «ВЕМО». – М., 2001	
18	Государственные и международные стандарты в области неразрушающего контроля. Серия 28. Неразрушающий контроль. Выпуск 6. Часть 1. Термины, определения, классификация неразрушающего контроля и дефектности / ФГУП «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзор России». – М., 2004	
19	Государственные и международные стандарты в области неразрушающего контроля. Серия 28. Неразрушающий контроль. Выпуск 6. Часть 3. Термины, определения, классификация радиационного, магнитного, вихревого, вибродиагностического, электрического, теплового, оптического контроля. Сборник документов / ФГУП «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзор России». – М., 2004	

№ п/п	Наименование документа
20	Государственные и международные стандарты в области неразрушающего контроля. Системы неразрушающего контроля. Виды (методы) и технология неразрушающего контроля. Серия 28. Неразрушающий контроль. Выпуск 4. Термины и определения / ГУП «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзор России». – М., 2003
21	Приказ Госстандарта РФ от 18 июля 1994 г. № 125 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений» (с изменениями от 26 ноября 2001 г.)
22	ГОСТ 28243-96 Пирометры. Общие технические требования / ГК РФ по стандартизации и метрологии, Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, введен в действие с 1 января 2004 г. – М., 2003
23	ГОСТ 12997-84 Изделия ГСП. Общие технические условия / Государственный комитет стандартов Совет Министров СССР, введен в действие с 1 июля 1986 г. – М., 1984
24	Метрилы строительные. Диэлькометрический метод измерения влажности / Госстрой СССР, НИИСФ, Минпромстройматериалов СССР, введен в действие с 1 июля 1985 г. – М., 1984
25	ГОСТ 25380-82 Здания и сооружения. Метод измерения плотности потоков, проходящих через ограждающие конструкции / Госстрой СССР, НИИСФ, ИТТФ, введен в действие с 1 января 1983 г. – М., 1982
26	ГОСТ 7502-98 Рулетки измерительные металлические. Технические условия / Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, Государственное предприятие «Научно-исследовательский институт горной геомеханики и маркшейдерского дела» и Межгосударственный технический комитет по стандартизации МТК 296 «Оптические и оптические приборы», введен в действие с 1 июля 2000 г. – Минск, 1998
27	ГОСТ 26433.2-94 Правила выполнения измерений параметров зданий и сооружений / Минстрой России, Санкт-Петербургский зональный научно-исследовательский и проектный институт жилищно-градских зданий, введен в действие с 1 января 1996 г. – М., 1995
28	Бутырин А.Ю. Теория и практика судебной строительно-технической экспертизы. – М.: ОАО «Издательский Дом "Городец"», 2006. – 544 с.
29	Классификатор основных видов дефектов в строительстве и промышленности строительных материалов / Госстрой России, Главная инспекция Госростройнадзора России, введен в действие с 17 ноября 1993 г. – М., 1993
30	Морозов А.С., Ремнев В.В., Тонких Г.П. и др. Организация и проведение обследования технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений. – М., 2001. – 212 с.



стен, стыковых соединений позволяет:

выявлять зоны с пониженной температурой, где возможно образование конденсата на поверхности конструкций, установка приборов измерения температурного поля;

выявлять степень теплотехнической неоднородности конструкций.

Кроме того, тепловой метод дает возможность:

выявлять зоны неоднородности температурного поля ограждающих конструкций крыши (особенно узлы сопряжения кровли с каркасом здания, заполнения стыков и оконных блоков мансарды);

определять с необходимой точностью теплотехнические характеристики ограждающих конструкций на основе зарегистрированных температурных полей и других вспомогательных параметров состояния внутренней и наружной поверхностей ограждающей конструкции, также окружающей среды.

Выявляемые дефекты строительных конструкций:

мест протечек воздуха и воды;

мостики тепла и холода, обусловленные некорректными архитектурными и строительными решениями, также некачественным строительством (некачественная укладка утеплителя: нарушение толщины и плотности утеплителя, десорбция влаги в утеплителе, его оседание);

нарушение температурно-влажностного режима чердачных помещений.

Обработка результатов обследований основана на качественном и количественном анализе температурных полей поверхностей ограждающих конструкций и других вспомогательных параметров, описывающих окружающую среду. Качественный анализ применяется для оперативного визуального обследования, определения зон температурных помех и изучения состояния ограждающих конструкций по их температурным полям. Количественный анализ применяется для расчета температурно-влажностного режима чердачного помещения и теплотехнических свойств ограждения.

В ходе обследования используются результаты визуального восприятия объекта, проводятся измерения [20, с. 335], применяется метод теплового неразрушающего контроля [20, с. 377].

## 6. Условия проведения исследований

Погрешность измерений должна соответствовать установленным требованиям [16; 17].

Работы с комплексом теплового контроля проводятся в нормальных условиях, удовлетворяющих следующим требованиям:

обследования проводятся в зимний период года;

исследования с применением метода теплового контроля внешних поверхностей наружных ограждений следует проводить при минимальной солнечной радиации (рекомендуются предрассветные или ночные часы, но не ранее чем через 2 часа после захода солнца) и отсутствии атмосферных осадков, задымленности;

исследования с применением метода теплового контроля проводится при скорости ветра не более 7 м/с.

Во время проведения обследования с применением метода теплового контроля необходимо соблюдать следующие правила:

расстояние до объекта по горизонтальной измерений варьируется от 1 м до 50 м;

желательно, чтобы угол визирования при съемке реперных зон не превышал  $\pm 20^\circ$ ;

измерения не следует производить, если значение интегрального коэффициента излучения поверхности объекта менее 0,7 (см. [19, с. 293]);

при измерении точек тел микроклимата точки, в которых производятся измерения, не должны находиться в непосредственной близости к источникам тепло- и влаговыделений, приточным и вытяжным отверстиям, через которые поступает или удаляется воздух;

измерения температуры и относительной влажности в разных точках рекомендуется производить синхронно или с минимальным разрывом во времени.

## 7. Подготовка к проведению экспертного осмотра (внутренних исследований)

Подготовка начинается с изучения технической документации по проектированию, возведению и эксплуатации здания, строения или сооружения [28, с. 416–417].

Говорить о достаточной полноте представленных объектов этого вида на этапе обследования материальных объектов можно лишь при на-

личии следующих документов:

архитектурно-строительная и технологическая часть проекта здания (сооружения);

пробочные чертежи и пояснительная записка к проекту кровли (расчетные схемы и расчеты с учетом нагрузок и воздействий);

паспорт завод-изготовителя строительных материалов и изделия, использованные при устройстве ограждающих конструкций чердачного помещения, с учетом даты их изготовления и основных характеристик;

пробочная и исполнительная документация по кровле (журналы, акты, исполнительная схема монтажа, сведения о дефектах конструкций и т.п.);

материалы, отражающие режим и параметры процесса эксплуатации здания либо сооружения (данные о нагрузках и воздействиях, причинах повреждений, ремонте, усилениях, также об увлажнении, промерзании потолка, протечках, пониженной температуре, перегреве помещений и других недостатках, ухудшающих условия проживания и эксплуатации и т.п.);

фотографии, чертежи, схемы, макеты исследуемого объекта;

документы, содержащие данные о факторах техногенного характера – о наличии и характере агрессивной среды, интенсивности ее воздействия на ограждающие конструкции и пр.

Из этих источников информации эксперт получает представление о характере, проектных и фактических сроках эксплуатации подлежащих исследованию конструкций, об условиях их эксплуатации и т.п.

В процессе работы над делом эксперт определяет:

проектные и фактические архитектурно-строительные характеристики ограждающих конструкций здания (сооружения);

конструктивное решение здания (сооружения), величину и характер нагрузок, воспринимаемых ограждающими конструкциями;

соответствие исполнительной схемы расположения ограждающих конструкций здания проекту;

соответствие несущих и ограждающих конструкций проекту, строительным нормам и правилам;

особенности организации теплового режима чердачного помещения;

проектные теплофизические данные.

*Примечание.* В ходе подготовки к экспертному осмотру следует подготовить шаблоны (таблицы), определяющие содержание, последовательность действий эксперта и подлежащие исполнению в ходе осмотра. Эти шаблоны (таблицы) позволяют оптимизировать процесс фиксации данных, полученных при проведении осмотра.

## **8. Проведение экспертного осмотра (на турных исследованиях)**

Проведение измерений регламентируется Методикой проведения сбора и съема информации для определения теплотехнических характеристик наружных ограждающих конструкций объекта [16].

### **8.1. Наружные исследования чердачного помещения**

На этой стадии выполняется следующее: тепловой контроль и фотофиксация исследуемых участков;

фотофиксация снеговых отложений, водостойных участков;

измерение параметров окружающей среды: температуры и относительной влажности наружного воздуха;

осмотр и фотофиксация дефектов покрытия кровли (в том числе оценка состояния покрытия, наличие дефектов, вынос кровли и т.п.);

осмотр и фотофиксация дефектов состояния систем водоотвод (в том числе лотков, желобов и водоприемных воронок и т.п., если это возможно).

### **8.2. Исследования, проводимые в чердачном помещении**

На этой стадии выполняется следующее: тепловой контроль и фотофиксация выделенных участков (фронтонов, стен, кровли, чердачного перекрытия);

при выявлении в чердачном помещении зон протечек и повреждений кровли, наличие дефектных участков (трещин, пробоин, прогибов, высолов, потеков, конденсат) – дополнительные тепловой контроль и фотофиксация дефектных зон;

при наличии тепловыделяющих инже-

нерных коммуникаций и чердаке – тепловой контроль и визуальное исследование состояния теплоизоляции инженерных коммуникаций (трубопроводов отопления, горячего водоснабжения, воздуховодов, вентиляционных шахт и др.);

визуальный осмотр и фотофиксация дефектов утеплителя;

уточнение схемы вентиляции крыши (наличие вентиляционных продухов, слуховых окон и др.);

замер уклон кровли;

измерение температуры и относительной влажности воздуха в чердачном помещении. Для выявления закономерностей распределения температуры и влажности по объему помещения измерения их величин необходимо выполнять по вертикали в 3-х равноудаленных поперечных сечениях помещения. Сечения по возможности следует совмещать с разбивочными осями здания. В каждом сечении провести по 3 замера температуры и влажности воздуха в состоянии 0,1 м и 1,5 м от пол чердачного перекрытия, также под покрытиями в состоянии 0,25–0,30 м от нижней поверхности конструкции.

**Для чердачных крыш с теплым чердаком:**

а) измеряется температура на внутренних поверхностях ограждающих конструкций. Для стен или фронтонов (мнсрд) со световыми проемами и отопительными приборами измерения следует проводить в центральных участках, обрзованных линиями, продолжающимися при откосах светового проема. Замеры следует выполнять не менее чем в пяти точках, равноудаленных друг от друга, расстояние между точками определяется произвольно, в зависимости от площади обследуемой поверхности;

б) измеряется температура на внутренней поверхности покрытия. Замеры следует выполнять в центре соответствующей поверхности не менее чем в пяти точках, равноудаленных друг от друга, расстояние между точками определяется произвольно, в зависимости от площади обследуемой поверхности.

**Для чердачных крыш с холодным чердаком:**

измеряется щупом толщина утеплителя (засыпки) чердачного перекрытия и температура засыпки с помощью термометра, погруженного в утеплитель на глубину 2 см. Замеры

следует выполнять не менее чем в пяти точках, выбранных произвольным образом, по всей площади чердачного перекрытия.

*Примечания.* 1. В пристенной зоне чердачного перекрытия по всему его периметру, на расстоянии от стены 0,5–1,0 м, обязательно укладывается дополнительный слой утеплителя или делается скос из теплоизоляционного материала. 2. Условия проведения измерений те же, как для чердачных крыш с теплым чердаком.

**При наличии в чердачном помещении систем инженерных коммуникаций** и в результате их обследования должно быть установлено следующее:

температура на поверхности теплоизоляции инженерных коммуникаций;

плотность теплового потока через поверхность теплоизоляции трубопроводов;

толщина теплоизоляции;

температура на поверхности трубопроводов (при наличии оголенных участков трубопроводов);

длины окружности труб для каждого типа трубопроводов.

**8.3. Исследования, проводимые в помещениях верхнего этажа**

На этой стадии выполняется следующее: тепловой контроль и визуальное исследование в помещениях верхнего этажа (производится осмотр потолков и стен на предмет протечек, промерзаний; при наличии дефектных участков их необходимо зафиксировать при помощи фотосъемки);

измерения температуры и относительной влажности воздуха в помещениях верхнего этажа. Измерения производятся в центре плоскостей, отстоящих от внутренней поверхности наружной стены и отопительного прибора на 0,5 м, на высоте 0,6 м от поверхности пола для помещений с пребыванием людей в положении сидя и на высоте 1,1 м в помещениях с пребыванием людей в положении стоя. В помещениях производственных зданий криволинейные сечения назначаются в состоянии 6 м от торцевых стен здания. Необходимо выполнить по одному измерению температуры воздуха и относительной влажности;

измерения температуры поверхности стен и потолка в помещениях верхнего этажа. Точки для проведения измерений выбирают

**Т бл. 3. Сведения о дефектах, возникающих в процессе проведения строительно-монтажных работ [29, приложение II]**

1	2	3	
Отступления от проектных решений и нарушения требований нормативных документов, квалифицируемые как дефекты			
Вид дефекта согласно ГОСТ 15467-79			
Способ выявления			
2.3. Монолитный бетон и железобетон			
49	Положение элементов и их расположение не соответствуют проектным	Критический	Проверка на месте
2.4. Монтаж сборных железобетонных конструкций			
68	Использование дефектных и неprojektных конструкций	Критический	Проверка на месте
71	Нарушение технологической последовательности закрепления конструкций в опорных узлах	Значительный	Проверка на месте
72	Несоответствие конструктивного выполнения узлов сопряжения несущих конструкций проектным решениям*	Значительный	Проверка на месте
78	Неprojektное выполнение деформационных швов в стенах, покрытии, перекрытии и других конструктивных элементах зданий и сооружений*	Значительный	Проверка на месте
2.5. Монтаж стальных конструкций			
88	Внеузловое размещение элементов верхнего пояса стропильных ферм	Критический	Проверка на месте
99	Неprojektное крепление листов стального оцинкованного профилированного металла в покрытии на опорах и между собой	Значительный	Проверка на месте
2.6. Монтаж ограждающих стеновых конструкций			
101	Толщина утеплителя и его марка в трехслойных стеновых панелях не соответствуют проектным	Критический	Визуальный осмотр
102	Толщина панелей меньше проектной	Критический	Проверка на месте
105	Отсутствие герметика из поризованного материала между панелями или закладного безобжития	Критический	Проверка на месте
109	Крепление перпетных панелей не соответствует проекту, что затрудняет устройство кровли	Значительный	Проверка на месте

	Отступления от проектных решений и нарушения требований нормативных документов, квалифицируемые к дефекты	Вид дефект согласно ГОСТ 15467-79	Способ выявления
110	Смонтированные стеновые панели имеют сколы, трещины, отслоение фактурного слоя	Зн чительный	Проверка на месте
2.11. Монтажные соединения высокопрочных болтов с контролируемым натяжением			
168	Не выполнена герметизация соединения**	Зн чительный	Визуальный осмотр
2.12. Контрактная клеевая			
177	Отсутствие распределительных подушек в местах опирания несущих конструкций (балок, ферм, прогонов)	Критический	Проверка на месте
187	Уменьшение глубины опирания перемычек*	Зн чительный	Проверка на месте
2.13. Гидроизоляционные работы			
190	Материалы, применяемые для изоляции, и их качество не соответствуют требованиям проекта и нормативных документов	Критический	Проверка на месте с учетом паспортных данных
192	Вместо мастика применяется чистый битум различных марок	Критический	Использование паспортных данных и лабораторных исследований
2.14. Кровельные (с применением рулонных материалов) и теплоизоляционные работы			
199	Основание под рулонную кровлю не выровнено, температурно-усадочные швы не выполнены	Критический	Проверка на месте с учетом данных журналов производства работ и исполнительной документации
200	Используемый рулонный материал не соответствует проекту	Критический	Использование паспортных данных
201	Количество слоев рулонного кровельного ковра меньше проектного	Критический	Проверка на месте
202	Величина перехлест полотен меньше нормируемой для данного уклона кровли	Критический	Проверка на месте
203	Усиление кровельного ковра в местах примыкания к вертикальным поверхностям не выполнено и крепление ковра не обеспечено	Критический	Проверка на месте

	Отступления от проектных решений и нарушения требований нормативных документов, квалифицируемые как дефекты	Вид дефекта согласно ГОСТ 15467-79	Способ выявления
204	Нанесение слоев полотнищ произведено крестообразно или без учета направления стока воды	Критический	Проверка на месте
205	В кровельном ковре имеются пузыри, вздутия, воздушные мешки, рывки, вмятины, непроклеенные участки	Критический	Проверка на месте
206	Конструкция кровли в местах прохождения температурно-усадочных швов не соответствует нормативной	Критический	Проверка на месте
207	Водосточные воронки выполнены не по проекту	Критический	Проверка на месте
208	Уложенный утеплитель замочен или толщина его меньше проектной	Критический	Проверка на месте
209	Зазоры между плитами утеплителя заполнены строительным мусором, материалом того же объемного веса	Критический	Проверка на месте
210	Теплоизоляционные материалы по объемному весу и прочности не соответствуют проектным	Критический	Использование испытаний спортивных динамических и динамических лабораторных испытаний
211	Теплоизоляционные материалы, укладываемые в конструкцию, имеют влажность, превышающую допустимую	Критический	Проверка на месте с использованием динамических лабораторных исследований
212	Не обеспечена непрерывность теплоизоляционных слоев	Критический	Проверка на месте
213	Расстояние между стыками по длине полотнищ меньше нормируемого	Значительный	Проверка на месте
214	Основание под кровлю, подготовленное в зимний период, не соответствует нормативным требованиям	Значительный	Проверка на месте
215	Отсутствие или некачественное выполнение защитного покрытия кровли	Значительный	Проверка на месте
216	Огрунтовка стяжек выполнена некачественно	Значительный	Проверка на месте
217	Пароизоляция выполнена с рывками без заведения на вертикальные поверхности	Значительный	Проверка на месте



	Отступления от проектных решений и нарушения требований нормативных документов, квалифицируемые к дефекты	Вид дефект согл с-но ГОСТ 15467-79	Способ выявления
218	Швы вышележащих теплоизоляционных слоев совпадают со швами нижележащих плит	Зн чительный	Проверк н месте
219	Не соблюден проектн я р зуклонк кровли, отвод воды к водосточным воронкам не обеспечив ется	Зн чительный	Проверк н месте с учетом д нных исполнителной геодезической схемы
2.15. Используемые конструкции, изделия и материалы			
220	Марк конструкций по прочности и функциональным характеристикам ниже проектной	Критический	Использов ние п - спортных д нных
222	Конструкции имеют сверхнормативные деформации и повреждения (изгиб из плоскости, трещины, выколы)	Критический	Проверк н месте
225	Геометрические параметры изделий и конструкций не соответствуют проектным	Критический	Визу льный осмотр, соответствующие з меры
228	Используемые материалы и изделия (кирпич, цемент, утеплитель, электроды, металл и др.) по маркам и нормируемым показателям качества не соответствуют требованиям стандартов	Критический	Проверк н месте с учетом п спортных д нных и д нных лабораторных испытаний
231	Увеличение вес (объем ) конструкций н величину, превыш ющую значение коэффициента перегрузки	Зн чительный	Использов ние п - спортных д нных и д нных лабораторных испытаний
232	Использов ние ответственных конструкций без освидетельствования и оформления акта приемки	Зн чительный	Проверк н личия актов освидетельствования и приемки конструкций
233	Использов ние материалов, не прошедших требуемого объема лабораторных испытаний	Зн чительный	Проверк н личия д нных лабораторных испытаний
2.16. Антисейсмические мероприятия			
238	Отсутствие распорок и распяжек по верхним поясам стропильных ферм и подфронных участках	Критический	Проверк н месте

	Отступления от проектных решений и нарушения требований нормативных документов, квалифицируемые как дефекты	Вид дефекта согласно ГОСТ 15467-79	Способ выявления
239	Непроектное расположение горизонтальных связей в плоскости верхних поясов ферменных ферм, отсутствие связей по торцевым фермам	Критический	Проверка на месте
241	Отсутствие проектных связей и распорок (их элементов) по стропильным конструкциям покрытия зданий или ослабленное их крепление	Критический	Проверка на месте

\* При выполнении СМР в сейсмических районах дефект следует считать критическим.

\*\* При устройстве конструкций, используемых при эксплуатации в агрессивной среде, дефект следует считать критическим.

в конструктивных зонах (участок ограждающей конструкции без теплопроводных включений, имеющий равномерное температурное поле, которому соответствует минимальное значение выходного сигнала тепловизора) ограждающих конструкций, определенных с помощью тепловизора. Измерения следует проводить в центре соответствующей поверхности в 5-ти равномерно расположенных друг от друга точках, расстояние между которыми определяется произвольно, в зависимости от площади обследу-

емой поверхности.

### 9. Основные причины возникновения дефектов, их характеристики

Основными причинами возникновения и развития дефектов (табл. 3 и 4) конструкций чердачных помещений являются:

ошибки проектирования: неполный учет действующих нагрузок; неудачное конструктивное решение узлов сопряжения; по-

#### Табл. 4. Сведения о дефектах, возникающих на стадии производства строительных мероприятий, конструкций и изделий [29, раздел III]

	Отступления от проектных решений и нарушения требований нормативных документов, квалифицируемые как дефекты	Вид дефекта согласно ГОСТ 15467-79	Способ выявления
1	2	3	
3.1. Производство бетонных и железобетонных конструкций			
9	Трещины в приопорной зоне изгибаемых конструкций по направлению главных растягивающих напряжений (наклонные от опоры)	Критический	Визуальный осмотр продукции
13	Используемый в качестве теплоизоляционного легкий и ячеистый бетон имеет плотность выше проектной, что ухудшает теплоизоляционные свойства ограждающих конструкций	Критический	Контрольные испытания

	Отступления от проектных решений и нарушения требований нормативных документов, квалифицируемые как дефекты	Вид дефекта согласно ГОСТ 15467-79	Способ выявления
19	Отделка и окраска изделий не соответствуют предусмотренным проектом видом отделки. Технологический регламент отделки не обеспечивает требуемую морозостойкость и долговечность отделки	Значительный	Визуальный осмотр. Осмотрение с технологическим регламентом
21	Не выполнен необходимый объем контрольных испытаний конструкций и материалов*	Значительный	Проверка наличия актов испытаний
3.3. Производство стеновых материалов (кирпич, керамические и силикатные)			
37	Морозостойкость кирпича не определяется, либо периодичность испытаний не соответствует требованиям стандарта	Критический	Осмотрение с данными лабораторных испытаний. Контрольные испытания образцов партии
42	Наличие сквозных трещин, по количеству и протяженности превышающих допустимые значения, соответственно в керамическом и силикатном кирпиче	Значительный	Визуальный осмотр и замер образцов партии
3.6. Производство теплоизоляционных материалов			
57	Теплопроводность и сжимаемость теплоизоляционных плит из минеральной ваты битумной и синтетическом вяжущем ниже показателя по соответствующему стандарту	Критический	Осмотрение с данными лабораторных испытаний
59	Размеры плит не соответствуют требованиям стандарта**	Значительный	Замер на месте
60	Объем и порядок контрольных испытаний не соответствуют требованиям стандарта	Значительный	Проверка исполнительной документации

\* Для перфорированных труб, шпал и других конструкций, работающих в расчетном режиме, дефект следует считать критическим.

\*\* При снижении толщины плит более чем в 30% образцов партии дефект следует считать критическим.

потеря устойчивости из-за недостаточного количества связей; неучтенный эксцентриситет приложения нагрузки;

низкое качество материалов: отклонения в размерах; низкая прочность и низкая морозостойкость; гигроскопичность;

низкое качество выполнения работ: нарушение технологии монтажа; толщины и привил перевязки швов;

неудовлетворительные условия эксплуатации: замачивание и увлажнение при попеременном оттаивании и замораживании; агрессивное воздействие окружающей среды; отсутствие или нарушение гидроизоляции;

отсутствие или разрушение канализационных водосточных труб и др. [30, п. 3.3.2].

## 10. Системы вентиляции и лифтные, полученные в ходе экспертного осмотра (на турных исследованиях)

### 10.1. Качественный и количественный анализ

Обработкой результатов теплового контроля при проведении качественного анализа сводится к обработке и расшифровке термометрии. Изображения температурных полей ограждающих конструкций крыши и систем инженерных коммуникаций, расположенных в чердачном помещении, анализируются экспертом, определяются зоны тепловых потерь. Оценку тепловых потерь следует проводить согласно Методике диагностики и энергетических обследований наружных ограждающих конструкций строительных сооружений тепловизионным бесконтактным методом [17].

Результаты визуальных исследований, проведенных в чердачном помещении, сопоставляются с установленными требованиями [3; 8; 14; 15]; далее анализируется конструктивное исполнение обследуемого объекта и сопоставляется с действующими требованиями [8, п. 8.18; 15, п. 2].

Затем рассматриваются устройство и функционирование водоотводящих устройств. При этом следует учитывать, что водоприемные воронки внутренних водостоков должны располагаться равномерно по площади кровли и пониженных участках вдоль каждого ряда продольных ребристых осей здания и удалять воду с кровли здания при положительных, отрицательных и отрицательных температурах. Накладом участка кровли, огражденном стенами и деформационными швами, должно быть не менее двух водоприемных воронок: при площади участка кровли менее 700 м<sup>2</sup> допускается установка одной воронки диаметром не менее 100 мм.

Далее подлежит рассмотрению организация вентиляции подкровельного пространства. Следует отметить, что для холодных чердаков предусматриваются вентиляционные продухи (применные и коньковые) и слуховые окна, которые должны быть выполнены в шахматном порядке [15]. Общая суммарная площадь сечения приточно-вытяжных отверстий должна составлять не менее 1/500 площади чердачного перекрытия, т.е. на каждые

1000 м<sup>2</sup> площади чердака необходимо не менее 2 м<sup>2</sup> отверстий. Расположение указанных устройств должно обеспечивать сквозное проветривание чердачного помещения, исключая местный застой (воздушные мешки). Применные продухи могут быть выполнены в виде щели между примыслом и кровлей (щелевые продухи) шириной 2,0–2,5 см или в виде отдельных отверстий 20х20 см в применной части стены с обязательной постановкой сеток с ячейкой 20х20 мм. Слуховые окна должны быть оборудованы жалюзийными решетками. Для теплых чердаков основным вентиляционным отверстием является одна вытяжная шахта. Если дом имеет несколько секций, то на каждую секцию здания должна приходиться одна вытяжная шахта. Независимо от конструкции шахты под ней не должно быть перекрытия верхнего этажа необходимо устраивать поддон.

На основании данных теплотехнического обследования чердачных помещений с применением тепловизионного метода подсчитываются результирующие значения к средним арифметическим значениям по значениям, полученных при проведении измерений.

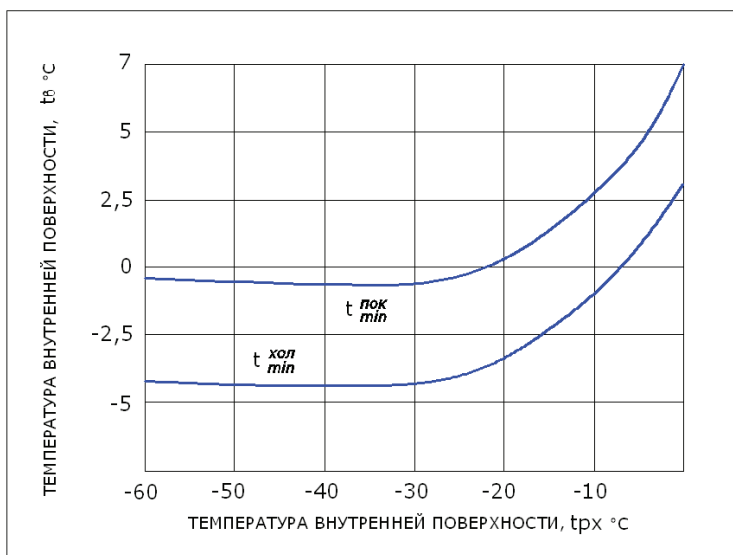
При необходимости определения фактического сопротивления теплопередачи наружных ограждающих конструкций крыши используется указанный выше методик [17]. Полученные результаты сопоставляются с нормативными требованиями, приведенными в СНиП 23-02-2003 [1, табл. 4], либо с проектными и на этой основе дается оценка теплозащитных качеств наружных ограждающих конструкций крыши. При необходимости разрабатываются рекомендации по обеспечению нормируемых параметров.

### 10.2. Обработка параметров чердачных крыш с холодным чердаком

Результирующее значение температуры в помещении чердака следует вычислять к среднему арифметическому значению по имеющимся данным измерений внутренней температуры.

Результирующее значение относительной влажности в помещении чердака следует вычислять к среднему арифметическому значению по имеющимся данным измерений влажности. Полученный результат сопоставляется с требованиями СНиП 23-02-2003 [1, п. 5.9].

Перепад между температурой наружно-



Допустимые минимальные значения температуры: внутренней поверхности покрытия ( $t_{пок.min}$ ); холодного участка – «мостиков холода» ( $t_{хол.min}$ )

го воздух и температурой воздуха в чердачном помещении определяется по формуле:  $\Delta t = t_n - t_b$ , где  $t_n$  – средняя температура наружного воздуха,  $t_b$  – температура внутреннего воздуха.

В чердачном помещении должен обеспечиваться температурный режим, при котором разница температур наружного воздуха и воздуха чердачного помещения составляет не более 2–4 °C, чтобы не было подтеков снега и обрзования сосулек и наледей, а также конденсат на конструктивных элементах.

Оптимальное значение толщины слоя чердачного утеплителя определяется путем измерения его температуры с помощью термометра, погруженного в утеплитель на глубину 2 см. Температура утеплителя ( $t_y$ , °C) должна соответствовать следующим значениям фактической температуры наружного воздуха ( $t_n$ , °C):

$t_n$ , °C	$t_y$ , °C	$t_n$ , °C	$t_y$ , °C
-30	-21	-10	-3
-20	-12	0	+2

*Примечание.* Промежуточные значения рассчитываются методом интерполяции.

Влажность засыпки чердачного перекрытия сопоставляется с нормативными значениями, приведенными в СП 23-101-2004 [8, прил. Д].

### 10.3. Обработка параметров чердачных крыш с теплым чердаком

Нормативная температура воздуха чердачного помещения определяется, исходя из условий теплового баланса и недопустимости появления конденсационной влаги на внутренней стороне кровельного покрытия: для 6–8-этажных зданий – 14 °C, для 9–12-этажных – 15–16 °C, для 14–17-этажных – 17–18 °C, для зданий ниже 6-ти этажей чердак, как правило, выполняют холодным, вытяжные каналы из каждой квартиры выводят на кровлю [8].

Теплотехнический расчет ограждающих конструкций теплого чердака проводится согласно СП 23-101-2004 [8, п. 9.2].

Температура внутренней поверхности покрытия должна быть не ниже предельной нормы.

По результатам измерений температуры внутреннего воздуха и относительной влажности в чердачном помещении определяется температура точки росы.

Далее рассматриваются характеристики наружных ограждающих конструкций чердака на предмет возможности образования конденсата на их внутренней поверхности. С этой целью температурой внутренней поверхности покрытия и стен чердака следует сопоставить с температурой точки росы. Температура внутренней поверхности покрытия и стен чердака должна быть больше температуры точки росы. При выполнении данного условия конденсат на покрытии и стенах чердака выпадать не будет.

### 10.4. Обработка параметров микроклимата верхнего этажа обследуемого здания

Результирующее значение температуры внутренней поверхности стен и потолка следует вычислять к к среднее арифметическое значение по данным произведенных измерений.

Результирующее значение температуры внутренней поверхности стен и потолка анализируют в соответствии со СНиП 23-02-2003 [1, п. 5.9]. Перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности стен и потолка не должен превышать нормируемых величин, установленных в СНиП 23-02-2003 [1, т. бл. 5], и определяется согласно формуле 4 [1, п. 5.8]. Превышение результирующего значения температуры внутренней поверхности потолка и нормируемыми величинами, установленными в СНиП 23-02-2003 [1, т. бл. 5], указывает на то, что чердачное перекрытие недостаточно утеплено, вследствие чего в помещение чердака поступает избыточное тепло. Превышение результирующего значения температуры внутренней поверхности стен и нормируемыми величинами, установленными в СНиП 23-02-2003 [1, т. бл. 5], указывает на то, что стены промерзают, т.к. к недостаточны утеплены, и происходит сверхнормативная утечка тепла.

По результатам измерений температуры внутреннего воздуха и относительной влажности в помещении определяется температура точки росы  $t_d$ .

Установленные значения температуры внутренней поверхности стен и потолка сопоставляются с значением температуры точки росы, которая должна быть меньше температуры внутренней поверхности потолка и стен помещения. При соблюдении данных условия конденсат на внутренней поверхности стен и потолка образовываться не будет, что демонстрирует соответствие теплотехнических характеристик чердачного перекрытия и стен нормативным данным.

Оптимальные и допустимые нормы микроклимата помещений (температура внутреннего воздуха, относительная влажность внутреннего воздуха) в установленных расчетных параметрах внутреннего воздуха должны соответствовать нормативным значениям.

Результаты систематизации и анализа данных, полученных в ходе экспертного осмотра (на турных исследованиях), являются перечнем выявленных существенных дефектов и выводы о соответствии объекта исследований

требованиям нормативно-технических документов.

В порядке подготовки профилитических предложений экспертом могут быть предложены рекомендации по устранению выявленных дефектов крыш, инженерных коммуникаций, отступлений от нормативно обусловленного температурно-влажностного режима эксплуатации чердачных помещений и помещений верхнего этажа.

## 11. Характеристики полученных результатов<sup>1</sup>

При установлении причин появления и развития дефектов (мест протечек воздуха и воды; мостики тепла и холода, обусловленные некорректными архитектурными и строительными решениями, также некачественным строительством; разрушение температурно-влажностного режима чердачных помещений) конструкций чердачных помещений общественных и жилых зданий возможны следующие варианты формулировок выводов:

1) причиной выпадения конденсата и образования фрагментов переувлажнения и промерзания на внутренней поверхности кровли является появление мостиков холода в конструкции кровли вследствие низкого качества выполнения работ по монтажу утеплителя, именно укладки утеплителя с разрывами 30–50 мм;

2) причинами промерзания конструкции кровли является появление мостиков холода в конструкции кровли вследствие ошибки проектирования – неверного теплового расчета, определившего толщину утеплителя величиной 150 мм при требуемой 250 мм;

3) частичное разрушение объекта произошло одномоментно – путем смещения и обрушения участка стены по линии разрыва, под действием статической неэксплуатационной нагрузки (величина которой превышала остаточную прочность конструкции), явившейся результатом накопления конденсированной влаги в утеплителе кровли из-за ошибки проектирования (технологическое разрушение при проектировании кровельного пирога).

Кроме указанного экспертным путем, наличие недопустимых дефектов в объекте далеко не всегда является непосредственной при-

<sup>1</sup> См.: [28, с. 468–472].



чиной его разрушения и в рии.

Конструкции, имеющие недопустимые критические дефекты, в течение долгого времени могут сохранять общую конструктивную целостность в случае отсутствия действия провозирующих силовых нагрузок.

Таким образом, основные положения методических подходов к решению вопросов, связанных с установлением причин возникновения

и развития дефектов (мест протечек воздуха и воды; мостики тепла и холода, обусловленные некорректными архитектурными и строительными решениями, а также некачественным строительством; нарушение температурно-влажностного режима чердачных помещений) конструкций чердачных помещений общественных и жилых зданий.