Центральный научно-исследовательский
и проектно-экспериментальный институт
промышленных зданий и сооружений
ОАО «ЦНИИПромзданий»

КОМПЛЕКСНАЯ МЕТОДИКА ПО ОБСЛЕДОВАНИЮ И ЭНЕРГОАУДИТУ РЕКОНСТРУИРУЕМЫХ ЗДАНИЙ

Пособие по проектированию

МДС 13-20.2004

Москва 2004

gost.e-ecolog.ru

Р е ц е н з е н т — зав. кафедрой строительных конструкций Московского института коммунального хозяйства и строительства, д-р. техн. наук, проф. *Ю Н Хромец.*

В работе изложены основные приемы и способы натурных обследований состояния эксплуатационной среды помещений. Подробно рассматриваются методы обследования железобетонных, металлических и деревянных конструкций, а также особенности обследований основных видов ограждающих конструкций (стен, покрытий и кровель, полов и т.д.). Описаны методы и средства измерений деформаций конструкций и наблюдения за трещинами. Даны методы теплотехнических исследований ограждающих конструкций. Указаны приборы и оборудование для определения физико-технических характеристик материалов.

Особое внимание в работе уделено методическим указаниям проведения энергоаудита зданий — выявлению теплотехнических характеристик ограждающих конструкций и обследованию инженерных систем зданий и технико-экономическому сравнению их эффективности. Проведение таких работ позволит выбрать оптимальное решение при реконструкции зданий с наименьшими энергозатратами при их дальнейшей эксплуатации.

Одним из важных моментов методики является новый раздел — обследование пожарной безопасности здания. В нем приведены основные положения обследования, целью которых является оценка выполнения требований противопожарной защиты зданий при их реконструкции. Рекомендован состав работ, необходимых как при оценке состояния конструкций и качества выполнения строительных противопожарных мероприятий, так и при оценке состояния инженерных систем и автоматических средств сигнализации и пожаротушения.

Приложения содержат большой перечень средств измерения при натурных обследованиях, нормативных и инструктивных материалов.

Данная Комплексная методика предназначена для специалистов проектно-изыскательских организаций, ее использование позволит усовершенствовать работу этих специалистов и повысить качество получаемых результатов натурных обследований.

© ОАО «ЦНИИПромзданий», ФГУП ЦПП, 2004

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время имеется большое количество методик по инженерному обследованию зданий различного назначения, выпущенных различными организациями.

Несмотря на такое многообразие, все они имеют одно общее свойство — в них, как правило, рассматриваются только вопросы натурных обследований строительных конструкций зданий. Это связано с тем, что в период 70—90-х годов прошлого столетия заказчиками таких работ являлись различные производственные предприятия и задачей натурных обследований являлось, в основном, определение состояния несущих и ограждающих конструкций зданий. Результатами таких работ пользовались, как правило, эксплуатационные службы для проведения ликвидации аварийного состояния строительных конструкций.

В последние годы значительно вырос объем реконструкции и технического перевооружения предприятий, зданий и сооружений. При этом одной из главных задач является экономия материальных и энергетических ресурсов. Одной из особенностей современных натурных обследований стало более тесное сотрудничество с технологами, проектировщиками и специалистами по инженерному оборудованию зданий, а основными заказчиками и потребителями результатов работ стали инвесторы и проектные организации. В этом случае необходимый объем сведений можно получить при проведении только комплексных обследований, охватывающих более широкий круг вопросов.

В ряде случаев реконструкция зданий связана с их перепрофилированием. При этом в существующем объеме здания размещается новое технологическое оборудование, имеющее свои особенности. В этом случае помимо работ по определению несущей способности каркаса на новые нагрузки требуется определение фактической пожарной безопасности здания. Проведение такой работы необходимо и по причине существенных изменений в нормативной базе, что требует выявления соответствия объемно-планировочных и конструктивных решений здания, а также систем пожаротушения этим новым нормам.

Реконструкция здания с его надстройкой или другими изменениями объемно-планировочных решений требует также получения сведений о существующих системах инженерного оборудования. Это оценка состояния коммуникаций, обследования тепловых и энергетических вводов в здание, выявление соответствия существующих теплоэнергетических мощностей предполагаемым изменениям здания.

Появление еще одного нового вида обследовательских работ связано с проблемой экономного расходования тепло- и энергоресурсов. При реконструкции существующего здания эта проблема решается, в основном, двумя путями.

Первый — увеличение теплотехнических свойств ограждающих конструкций, соответствующих новым, более высоким нормативным требованиям.

Второй — совершенствование систем инженерного оборудования здания.

Выбор оптимального решения реконструкции здания с наименьшими энергозатратами при его эксплуатации достигается энергоаудитом — проведением теплотехнических обследований ограждающих конструкций и инженерных систем и технико-экономическим сравнением их эфективности.

Комплексные обследования реконструируемых зданий должны включать следующие разделы:

- обследование эксплуатационной среды;
- обследование состояния несущих и ограждающих конструкций;
- обследование систем инженерного оборудования и проведение энергоаудита;
- оценку противопожарной безопасности реконструируемого здания.

Исходя из такого широкого круга вопросов, решаемых при комплексном обследовании реконстрируемых зданий, существенно изменяется и состав участников обследований. В этом случае группа обследователей тоже должна стать комплексной, т.е. в нее должны войти специалисты по изучению микроклимата помещений, инженеры по оценке состояния несущих и ограждающих конструкций, специалисты по обследованию систем инженерного оборудования и по противопожарной безопасности зданий.

При разработке Комплексной методики использованы материалы ряда институтов: НИИЖБа, ЦНИИСКа им. Кучеренко, ЦНИИпроектстальконструкции им. Мельникова, Харьковского НИИпроекта, ВНИИПО и других организаций.

Комплексная методика разработана под общей редакцией д-ра техн наук проф. *В.В. Гранева*, д-ром техн. наук проф. *А.Г. Гиндояном* (разделы 1,2,3,7), канд. техн. наук *Л.Ф. Гольденгершем* (раздел 5.3), канд. техн. наук *В.Н. Макарцевым* (разделы 1,3,7), канд. техн. наук *Т.Е. Стороженко* (раздел 6) и канд. техн. наук *Е.О. Шилькротом* (разделы 2,4,5).

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящая Комплексная методика предназначена для организаций и специалистов, осуществляющих инженерные обследования эксплуатируемых и реконструируемых зданий.

1.2. Комплексные обследования включают оценку:

- производственной среды (микроклимата) помещений;
- состояния несущих и ограждающих конструкций;
- состояния инженерных систем отопления, вентиляции и кондиционирования;
- противопожарной безопасности зданий;
- теплоэнергетического состояния (энергоаудит) зданий.

1.3. Методика может быть применена как для комплексного обследования зданий, так и для обследования отдельных элементов.

1.4. Общей целью обследования технического состояния строительных конструкций является выявление несущей способности и эксплуатационных качеств конструкций, степени их физического износа и причин, обусловливающих их состояние.

1.5. Целью проведения энергоаудита является получение данных о энергоресурсах потребления здания для технико-экономического обоснования оптимального решения реконструкции здания, отвечающего современным теплотехническим требованиям.

1.6. Целью обследования противопожарной безопасности здания является выявление соответствия выполненных строительных противопожарных мероприятий и противопожарных систем инженерного оборудования действующим нормам.

1.7. В зависимости от задач, определяемых техническим заданием заказчика, инженерные обследования зданий, как правило, включают:

- предварительные обследования, включающие сбор исходной информации для составления технического задания и договора с заказчиком;
- визуальное обследование условий эксплуатации конструкций, технического состояния строительных конструкций, инженерных и противопожарных систем по внешним признакам и составление ведомости дефектов;
- оценку производственной среды (микроклимата) помещений с точки зрения ее соответствия санитарно-гигиеническим требованиям;

• инструментальное обследование эксплуатационных качеств конструкций, инженерных и противопожарных систем;

• обобщение результатов и составление отчета (заключения) по работе.

1.8. Основными задачами предварительного обследования являются определение общего состояния элементов здания или здания в целом, определение состава намечаемых работ и сбор исходных данных, необходимых для заключения договора с заказчиком.

1.9. Состав работ по предварительному обследованию включает:

• общий осмотр объекта;

• общие сведения о здании, времени строительства, сроках эксплуатации;

• общие характеристики объемно-планировочного, конструктивных решений здания, инженерных и противопожарных систем и инженерного оборудования;

• изучение материалов ранее проводившихся на объекте обследований по ремонту, усилению и восстановлению эксплуатационных качеств строительных конструкций, инженерных и противопожарных систем;

• выявление объема имеющейся проектной документации.

1.10. В состав детального инструментального обследования в зависимости от состояния зданий, а также задач, установленных техническим заданием, рекомендуется включать:

• обмерные работы по зданию;

• измерение параметров эксплуатационной среды здания;

• оценку технического состояния строительных конструкций и их элементов по их характерным и детальным признакам повреждений и дефектов;

• определение прочностных и теплотехнических характеристик материалов основных строительных конструкций;

• отбор образцов материалов строительных конструкций и их лабораторные испытания;

• фотофиксацию и составление карт повреждений и дефектов строительных конструкций;

• оформление обмерных и других графических материалов;

• анализ полученных результатов обследования и составление заключения (отчета).

1.11. В состав детального инструментального обследования инженерных и противопожарных систем зданий рекомендуется включать следующие работы:

• обмерные;

• измерение геометрических параметров инженерных систем;

• оценку технического состояния инженерных систем, составление карт повреждений и дефектов;

• анализ полученных результатов детального обследования и составление заключения (отчета).

1.12. При проведении обследований здания или его отдельных элементов с заказчиком согласовываются меры по обеспечению безопасности ведения работ (устройство подмостей и приспособлений для доступа к обследуемым конструкциям, освещения затемненных участков и т.п.), проводится инструктаж специалистов, ответственных за технику безопасности на обследуемом объекте.

2. ОБСЛЕДОВАНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ СРЕДЫ ЗДАНИЙ

2.1. Обследование воздушно-теплового режима здания

2.1.1. Целью данных обследований является выявление основных факторов, определяющих эксплуатационную среду помещений.

2.1.2. Задачи натурных обследований:

- измерение параметров воздушного и теплового микроклимата в обслуживаемой (рабочей) зоне и проверка их соответствия гигиеническим и технологическим нормативам;
- измерение параметров воздушно-теплового режима (ВТР), составление воздушно-теплового баланса (ВТБ), определение энергетических затрат здания и их составляющих.

2.1.3. В зависимости от объема поставленных задач натурные обследования могут быть полными, включающими весь состав работ по всему зданию, или частичными по ряду направлений работ или на отдельных участках здания.

2.1.4. Измерение показателей микроклимата, температуры, влажности и скорости движения воздуха и результирующей температуры в помещениях жилых и общественных зданий следует проводить во время их функционирования, учитывая заполняемость помещения, работу бытовых приборов, офисной техники, наличие посетителей и т.п.

2.1.5. Измерение температуры и скорости движения воздуха следует проводить в обслуживаемой зоне на высоте:

- 0,1; 0,4 и 1,7 м от поверхности пола — для детских дошкольных учреждений;
- 0,1; 0,6 и 1,7 м от поверхности пола — при пребывании людей в помещении преимущественно в сидячем положении;
- 0,1; 1,1 и 1,7 м от поверхности пола — в помещениях, где люди преимущественно стоят или ходят;
- в центре обслуживаемой зоны и на расстоянии 0,5 м от внутренней поверхности наружных стен и стационарных отопительных приборов — в помещениях, указанных в таблице 2.1.

Измерение относительной влажности воздуха следует проводить в центре помещения на высоте 1,0 м от поверхности пола.

В помещениях площадью более 200 м^2 измерение температуры, влажности и скорости движения воздуха следует проводить на равновеликих участках, площадь которых должна быть не более 100 м^2.

Таблица 2.1 — **Места проведения измерений**

Вид зданий	Выбор помещения	Место измерения
Одноквартирные	Не менее чем в двух комнатах площадью более 5 м^2 каждая, имеющих две наружные стены или комнаты с большими окнами, площадь которых составляет 30 % и более площади наружных стен	В центре плоскостей, отстоящих от внутренней поверхности наружной стены и отопительного прибора на 0,5 м и в центре помещения (точке пересечения диагональных линий помещения) на высоте, указанной в п. 4.3
Многоквартирные	Не менее чем в двух комнатах площадью более 5 м^2 каждая в квартирах на первом и последнем этажах	
Гостиницы, мотели, больницы, детские учреждения, школы	В одной угловой комнате 1-го или последнего этажа	
Другие общественные и административно-бытовые	В каждом представительном помещении	То же, в помещениях площадью 100 м^2 и более измерения осуществляются на участках, размеры которых регламентированы в п. 4.3

2.1.6. Измерение показателей микроклимата в помещениях производственных зданий следует проводить, учитывая все факторы, влияющие на микроклимат рабочих мест (фазы технологического процесса, функционирование систем вентиляции и отопления и др.). Измерения следует проводить не менее 3 раз в смену (в начале, середине и в конце). При колебаниях показателей микроклимата, связанных с технологическими и другими причинами, необходимо проводить дополнительные измерения при наибольших и наименьших величинах термических нагрузок на работающих.

2.1.7. Время начала измерений следует выбирать не ранее чем через 2 ч после начала рабочей смены. Период измерений должен соответствовать стабильной работе технологического оборудования и систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. Особенности режима работы (технологические циклы, въезд

и выезд транспорта и т.п) производства должны фиксироваться во времени.

2.1.8. Измерения показателей микроклимата следует проводить на рабочих местах. Если рабочим местом являются несколько участков производственного помещения, то измерения осуществляются на каждом из них.

При наличии источников локального тепловыделения, охлаждения или влаговыделения (нагретых агрегатов, окон, дверных промов, ворот, открытых ванн и т. д.) измерения следует проводить на каждом рабочем месте, минимально и максимально удаленном от источников термического воздействия.

При работах, выполняемых сидя, температуру и скорость движения воздуха следует измерять на высоте 0,1 и 1,0 м, а относительную влажность воздуха — на высоте 1,0 м от пола или рабочей площадки. При работах, выполняемых стоя, температуру и скорость движения воздуха следует измерять на высоте 0,1 и 1,5 м, а относительную влажность воздуха — на высоте 1,5 м.

При наличии источников лучистого тепла тепловое облучение на рабочем месте необходимо измерять от каждого источника, располагая приемник прибора перпендикулярно падающему потоку. Измерения следует проводить на высоте 0,5; 1,0 и 1,5 м от пола или рабочей площадки.

В помещениях с большой плотностью рабочих мест при отсутствии источников локального тепловыделения, охлаждения или влаговыделения участки измерения температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха должны распределяться равномерно по площади помещения в соответствии с таблицей 2.2.

Таблица 2.2 — **Минимальное количество участков измерения температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха**

Площадь помещения, м^2	Число участков измерения
До 100	4
От 100 до 400	8
Св. 400	Количество участков определяется расстоянием между ними, которое не должно превышать 10 м

2.1.9. Температуру внутренней поверхности $t_{пов}$ стен, перегородок, пола, потолка следует измерять в центре соответствующей поверхности.

2.1.10. Результирующую температуру помещения следует измерять шаровым термометром или вычислять по следующим формулам:

$t_{рез} = 0,5t_{в} + 0,5t_{пов}$ — при скорости движения воздуха менее 0,2 м/с;

$t_{рез} = 0,6t_{в} + 0,4t_{пов}$ — при скорости движения воздуха от 0,2 м/с до 0,6 м/с.

Измерения результирующей температуры помещения или температуры воздуха при расчете результирующей температуры проводят в центре помещения 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. Описание шарового термометра приведено в приложении 7.

2.1.11. Локальную асимметрию результирующей температуры следует вычислять для точек, указанных в 2.1.5, по формуле

$$t_{ш} = t_{ш1} + t_{ш2},$$

где $t_{ш1}$ и $t_{ш2}$ — температуры, °С, измеренные в двух противоположных направлениях шаровым термометром.

2.1.12. Показатели микроклимата в помещениях следует измерять приборами, прошедшими регистрацию и имеющими соответствующий сертификат и свидетельство о поверке.

Диапазон измерения и допустимая погрешность измерительных приборов должны соответствовать требованиям таблицы 2. 3.

Таблица 2.3 — **Требования к измерительным приборам**

Наименование показателя	Диапазон измерения	Предельное отклонение
Температура воздуха по сухому термометру, °С	-30—50	±0,2
Температура воздуха по смоченному термометру, °С	0—50	±0,2
Температура поверхности, °С	0—50	±0,2
Результирующая температура, °С	5—40	±0,2

Окончание таблицы 2.3

Наименование показателя	Диапазон измерения	Предельное отклонение
Относительная влажность, %	0—90	±5
Скорость движения воздуха, м/с	0—0,5; >0,5	±0,05; ±0,1
Интенсивность теплового облучения, Вт/м^2	10—350 >350	±5,0 ±50

2.1.13. Температуру и относительную влажность воздуха при наличии источников теплового излучения и воздушных потоков на рабочем месте, как правило, следует измерять аспирационными психрометрами. При отсутствии в местах измерения лучистого тепла и воздушных потоков температуру и относительную влажность воздуха можно измерять психрометрами, не защищенными от воздействия теплового излучения и скорости движения воздуха. Могут использоваться также приборы, позволяющие раздельно измерять температуру и влажность воздуха.

Скорость движения воздуха следует измерять крыльчатыми анемометрами. Малые величины скорости движения воздуха (менее 0,5 м/с), особенно при наличии разнонаправленных потоков, можно измерять термоэлектроанемометрами, а также цилиндрическими и шаровыми кататермометрами при защищенности их от теплового излучения. Температуру поверхностей следует измерять контактными (типа электротермометров) или дистанционными (пирометры и др.) приборами.

Интенсивность теплового облучения следует измерять приборами, обеспечивающими угол видимости датчика, близкий к полусфере (не менее 160°), и чувствительными в инфракрасной и видимой области спектра (актинометры, радиометры и т. д.).

2.1.14. В процессе выполнения обследования воздушной среды в помещении должны непрерывно регистрироваться температура и относительная влажность наружного воздуха, скорость и направление ветра. Измерения скоростей и направлений ветра должны производиться вне зон аэродинамической тени строений, где возможно образование местных потоков воздуха на высоте 1,5 м от земной поверхности или не менее 2 м над наиболее высоким участком кровли.

Скорость ветра измеряют с помощью чашечного анемометра. Направление ветра определяют флюгером. Допускается определение производственного направления с помощью тонкой ленты длиной 1,5–2 м, прикрепленной к шесту. Результаты измерений температур и влажности наружного воздуха, скоростей и направлений ветра сопоставляются с данными наблюдений ближайших метеостанций за период проведения натурных обследований и среднемесячными многолетними. Указанные данные наблюдений метеостанций, а также другие необходимые климатические характеристики района могут быть получены непосредственно на метеостанциях, из периодических изданий и справочников, а также из СНиП 23-01.

2.1.15. Результаты измерений температур и относительной влажности заносятся в таблицу 2.4, по данным которой подсчитываются все показатели, получаемые при обработке данных измерений (средние арифметические, абсолютные, суточные и часовые амплитуды, средние квадратические отклонения и т.д.).

Таблица 2.4 — **Форма таблицы для записи результатов измерений температуры $t_в$, относительной влажности $\varphi_в$ воздуха и температуры t_R в помещениях**

Дата	Время суток, ч, мин	№ сечений и пунктов измерений	Результаты измерения				Примечание
			$t_{сух}$, °С	$t_{вл}$, °С	φ, %	t_R, °С	
1	2	3	4	5	6	7	8

В зависимости от температуры и относительной влажности воздуха температурно-влажностный режим помещения в холодный период года подразделяется на сухой, нормальный, влажный и мокрый (таблица 2.5).

2.1.16. Результаты измерений параметров микроклимата сопоставляются с нормативными требованиями, на этой основе дается оценка параметров микроклимата и при необходимости разрабаты-

Таблица 2.5 — **Классификация температурно-влажностного режима помещений**

Характеристика режима помещений	Параметры внутреннего воздуха		
	Температура, °С	Относительная влажность, %	Парциальное давление пара, кПа
1. Сухой с температурой:			
пониженной	До 12	До 60	До 0,7
нормальной	От 12 до 24	» 50	От 0,7 до 1,5
повышенной	24 и выше	» 40	Выше 1,5
2. Нормальный с температурой:			
пониженной	До 12	От 60 до 75	До 0,84
нормальной	От 12 до 24	» 50 » 60	От 0,84 до 1,8
повышенной	24 и выше	» 40 » 50	Выше 1,8
3. Влажный с температурой:			
пониженной	До 12	75 и выше	До 1,05
нормальной	От 12 до 24	От 60 до 75	От 1,05 до 2,23
повышенной	24 и выше	» 50 » 60	Выше 2,23
4. Мокрый с температурой:			
пониженной	До 12	85 и выше	До 1,18
нормальной	От 12 до 24	От 75 до 85	От 1,18 до 2,38
повышенной	24 и выше	» 60 » 75	Выше 2,38

ваются рекомендации и мероприятия по обеспечению нормируемых параметров микроклимата.

Пояснение к заполнению таблицы 2.4. для производственных зданий:

в графе 3 указывается также расположение точек измерений относительно технологического оборудования;

в графе 8 указываются стадия технологического процесса, расположение и состояние агрегатов (например, «заслонка печи открыта») и другие особенности обстановки измерений.

2.1.17. По результатам обследования необходимо составить протокол, в котором должны быть отражены общие сведения об объекте, размещении технологического и санитарно-технического оборудования, источниках тепловыделения, охлаждения и влаговыделения, приведены схема размещения участков измерения параметров микроклимата и другие данные.

В протокол включают план помещения с нанесенными измеренными параметрами микроклимата: температуру воздуха, его относительную влажность и скорость движения, при необходимости тепловое излучение. Соединяя плавными линиями точки на плане с равными значениями параметров микроклимата, строятся поля температур, влажности и др. При построении этих линий допускается интерполяция замеренных параметров. Рекомендуется следующий шаг линий:

- температура воздуха — 2 °С;
- относительная влажность — 10 %;
- скорость движения — 0,1 м/с;
- тепловое излучение — 10 Вт/м^2.

Вычисляется площадь обслуживаемой (рабочей) зоны, в пределах которой соблюдаются нормативные параметры микроклимата по каждому из параметров:

F_t — по температуре; $F_{вл}$ — по влажности; F_v — по скорости, $F_{изл}$ — по тепловому излучению.

В заключение протокола должна быть дана оценка результатов выполненных измерений на соответствие нормативным требованиям.

2.1.18. В ряде случаев требуется составление воздушно-теплового баланса здания и его составляющих.

2.1.19. Для составления воздушно-теплового баланса здания в целом или отдельных его помещений следует провести измерения с целью определения фактических тепло- и воздухообменов и соответствующие расчеты по формулам (1)—(4) приложения 8.

Точность составления воздушно-теплового баланса определяется, в основном, точностью проведения измерений и их продолжительностью. Как правило, целесообразно проведение мониторинга воздушно-теплового баланса в течение нескольких недель при различных технологических режимах объекта и различных температурах наружного воздуха.

2.1.20. Тепло, подводимое к зданию от внешних источников Q_{Σ}, и тепло, расходуемое системой горячего водоснабжения $Q_{гв}$, следует измерять приборами учета тепла и воды, установленными в здании. Если такие приборы отсутствуют, следует провести необходимые измерения переносными портативными ультразвуковыми расходомерами (см. приложение 7).

2.1.21. Потери тепла через наружные ограждения здания $Q_{мн}$ следует рассчитывать по формуле (2) приложения 8.

Входящие в формулу параметры определяются следующим образом:

k_i — средний коэффициент теплопередачи через i-ю ограждающую конструкцию здания (стена, окно, покрытие и т.д.), измеряется или рассчитывается в соответствии с конструктивными элементами ограждения;

F_i — площадь поверхности ограждающей конструкции, измеряется или определяется по чертежам;

$t_в$ — температура внутреннего воздуха, измеряется на момент проведения испытаний в обслуживаемой зоне и под перекрытием (под покрытием) здания на расстоянии 0,25—0,30 м от нижней поверхности конструкции.

2.1.22. Потери тепла инфильтрацией $Q_{инф}$ следует рассчитывать по формуле (3) приложения 8.

Входящие в формулу параметры определяются следующим образом:

$L_{инф}$ — расход инфильтрационного воздуха, рассчитывается по формуле

$$L_{инф} = \sqrt{2(\mu F)_i \rho \Delta P_i},$$

где ΔP_i — разность статических давлений с внешней внутренней стороны ограждающей конструкции, Па, через неплотности в которой происходит инфильтрация наружного воздуха, измеряемая микроманометром или рассчитываемая в зависимости от разности температур наружного и внутреннего воздуха и скорости ветра;

$(\mu F)_i$ — эквивалентная площадь неплотностей в ограждающей конструкции, м^2, принимаемая в зависимости от типа конструкции или устанавливаемая по результатам эксперимента по следующей методике.

При проведении испытаний в теплый период года:

• закрывают все открывающиеся проемы в наружных ограждениях;

• включают все установки вытяжной вентиляции на максимальную производительность и измеряют ее величину $G_{уд}$;

• измеряют $\Delta P_{рз}$ — разность статических давлений внутри здания (помещения) и снаружи на уровне рабочей (обслуживаемой) зоны;

• суммарная эквивалентная площадь неплотностей в ограждающих конструкциях здания $(\mu F)_{зд}$ рассчитывается по формуле

$$\sum(\mu F)_{зд} = \frac{\sum G_{уд}}{\sqrt{2g\rho\Delta P_{рз}}}.$$

При проведении испытаний в холодный период года:

• испытания проводят при работающей системе отопления и сбалансированных режимах работы приточной и вытяжной систем механической вентиляции;

• измеряют температуру наружного воздуха и температуру внутреннего воздуха, среднюю по высоте Δt;

• измеряют расстояние между серединами окон в нижней и верхней зонах помещения h;

• измеряют разность статических давлений внутри здания (помещения) при открытых $\Delta P_{рз1}$ и закрытых $\Delta P_{рз2}$ воротах или любом другом большом проеме в наружных стенах или фонаре здания площадью F_0;

• принимают значения коэффициента расхода воздуха в открытом проеме $\mu_{пр}$ равным 0,64 (при острых кромках проема) или 0,8 (при скругленных кромках);

• эквивалентная площадь неплотностей в ограждающих конструкциях здания в верхней зоне рассчитывается по формуле

$$(\mu F)_{вз} = \frac{(\mu F)_0}{M_1 - M_2};$$

в нижней зоне

$$(\mu F)_{нз} = (\mu F)_{вз} M_2,$$

где $M_1 = 0{,}96\sqrt{\dfrac{0{,}0044h\Delta t}{P_{рз1}} - 1};$

$$M_2 = 0{,}96\sqrt{\frac{0{,}0044h + \Delta t}{P_{рз2}} - 1}.$$

2.1.23. Расход тепла на вентиляцию $Q_{вен}$ следует рассчитывать по формуле (4) приложения 8.

Входящие в формулу параметры определяются следующим образом:

L — расход воздуха систем приточной вентиляции, измеряется при проведении обследования систем вентиляции и кондиционирования воздуха;

$t_в$ — температура воздуха, удаляемого системами вытяжной вентиляции, механической, естественной, местными отсосами, измеряется при проведении обследования систем вентиляции и кондиционирования воздуха. В расчет принимается средневзвешенная (по массовому расходу воздуха) температура.

K_t — коэффициент эффективности воздухообмена, рассчитывается по формуле

$$K_t = \frac{t_{уд} - t_{пр}}{t_{рз} - t_{пр}},$$

где $t_{пр}$ — температура приточного воздуха;

$t_{уд}$ — температура удаляемого воздуха.

2.2. Обследование освещенности помещений

2.2.1. Требуемый уровень освещенности помещения зависит от назначения помещения, характера выполнения зрительной работы и регламентируется СНиП 23-05. Помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь, как правило, естественное освещение.

2.2.2. Освещенность помещения естественным светом характеризуется коэффициентом естественной освещенности (КЕО) ряда точек, расположенных в пересечениях двух плоскостей: вертикальной плоскости характерного разреза помещения и плоскости, принимаемой за условную рабочую плоскость помещения. Естественное освещение в какой-либо точке M помещения характеризуется КЕО.

Он определяется как отношение естественной освещенности в некоторой точке заданной плоскости внутри помещения $E_м$ светом

неба (непосредственно или после отражений) к значению в тот же момент времени наружной горизонтальной освещенности $E_н$, создаваемой светом равнояркого небосвода, что характерно для условий сплошной облачности

$$E_м = \frac{E_м}{E_н} 100\%.$$

Неравномерность естественного освещения характеризуется соотношением наибольшего и наименьшего значений КЕО, определенных по кривой его распространения в пределах характерного разреза помещения.

Характерный разрез помещения — поперечный разрез по середине помещения, плоскость которого перпендикулярна плоскости остекления световых проемов (при боковом освещении) или продольных осей пролетов помещения (при верхнем освещении). В характерный разрез помещения должны попадать участки, наиболее загруженные оборудованием, а также рабочие зоны, наиболее удаленные от световых проемов.

Условная рабочая поверхность — условно принятая горизонтальная поверхность, расположенная на высоте 0,8 м от пола.

Рабочая поверхность — поверхность, на которой производится работа и на которой нормируется и измеряется освещенность (например, поверхность стола верстака) части оборудования.

2.2.3. В помещениях с боковым освещением нормируется минимальное значение КЕО($e_м$) в пределах рабочей зоны, а с верхним или комбинированным освещением — среднее значение КЕО ($e_{ср}$) в пределах рабочей зоны, определяемое по формуле

$$e_{ср} = \frac{\frac{l_1}{2} + l_2 + \ldots + \frac{l_n}{2}}{n-1},$$

где n — количество точек измерений освещенности (не менее 5);
l_1, l_2, l_n — значения КЕО в отдельных точках, находящихся на равных расстояниях друг от друга.

2.2.4. Измерения освещенности необходимо произвести в точках характерного разреза помещения. При этом точки замеров (не

менее 5) следует принимать на равных расстояниях друг от друга, располагая первую и последнюю точки на расстоянии 1 м от стен (или осей средних рядов колонн).

В обследуемом помещении намечается ряд характерных разрезов, перпендикулярно расположенных к продольной стене с оконными проемами. Для возможности построения изолиний расстояние между сечениями назначается в пределах 6—12 м. Каждый характерный разрез помещения разбивается на ряд точек через 2—4 м.

2.2.5. Измерения наружной освещенности следует проводить синхронно с измерениями ее внутри помещения. Наружная освещенность определяется на горизонтальной поверхности, не затененной близко расположенными зданиями. Необходимо следить, чтобы во время измерения на датчик не падала тень от расположенных вблизи предметов или от оператора, производящего измерения.

2.2.6. Измерение освещенности производится при помощи люксметров типа Ю-16 или Ю-18. Они состоят из фотоэлемента и измерителя силы тока. Электрический ток создается фотоэлементом, он пропорционален его освещенности.

Измерительное устройство, градуированное в люксах, показывает значение освещенности в люксах.

2.2.7. В начале и конце измерений производится сравнение показаний люксметров, измеряющих внутреннюю и наружную освещенность, и определяется коэффициент сравнения K. Для его определения приемники люксметров устанавливают рядом внутри помещения и записывают показания приборов.

Коэффициент сравнения определяется из соотношения

$$K = \frac{J_1}{J_2},$$

где J_1 и J_2 — показания люксметров.

Аналогичные сравнения люксметров производятся в условиях наружного освещения.

2.2.8. Одновременно с естественной освещенностью помещения определяются коэффициенты светопропускания стекол или других светопропускающих материалов световых проемов.

Коэффициент светопропускания стекла определяется как частное от деления поверхностной плотности светового потока, прошедшего на внутреннюю поверхность остекления, на поверхностную плотность светового потока, падающего на наружную поверх-

ность. Измерения производятся путем одновременного прикладывания датчиков люксметров к наружной и внутренней поверхностям стекол. Для этого выбирается не менее трех светопроемов в каждой характерной (по высоте и в плане) зоне помещений.

Коэффициенты светопропускания измеряются для загрязненных стекол и после очистки их поверхности. Для каждого случая производятся три измерения.

Помимо результатов замеров могут приводиться также сведения о продолжительности эксплуатации остекления после очередной очистки, толщине слоя льда, инея, пыли или копоти на поверхности стекол.

2.2.9. По данным измерений на плане помещений строятся изолюксы и кривые горизонтальной освещенности по сечениям помещения.

К таблицам и графикам с результатами измерений прикладывается карта обследования, содержащая следующие данные: размеры обследуемого помещения; состояние стен, потолков (степень загрязнения); окраска (светлая, темная); краткое описание процесса в аспекте выделения пыли, газов, пара; характеристика зрительной работы, продолжительность пребывания людей на рабочих местах.

2.2.10. По результатам измерений производится сравнение освещенности в натуре с данными расчета и делается заключение о соответствии условий естественного освещения требованиям СНиП 23-05.

2.3. Обследование химической агрессивности производственной среды

2.3.1. Нормируемые параметры производственной среды зданий промышленных предприятий в зависимости от их функционального назначения регламентируются ГОСТ Р 21.1501, СНиП II-3, СНиП 2.04.05 и отраслевыми инструктивно-нормативными документами.

2.3.2. Степень агрессивности производственных сред на строительные конструкции зависит от характера среды (газо-воздушная, жидкая, твердая), условий эксплуатации (внутри отапливаемого и неотапливаемого помещений или на открытом воздухе), группы газов (А, В, С или Д), температурно-влажностного режима помещений, вида и концентрации агрессивных реагентов, вида материалов и строительных конструкций.

2.3.3. Степень воздействия агрессивных сред на строительные конструкции определяется:

- для газовых сред — видом и концентрацией газов, растворимостью газов в воде, относительной влажностью и температурой;
- для жидких сред — наличием и концентрацией агрессивных агентов, насыщенностью воды газами, водородным показателем pH, величиной напора или скоростью движения жидкости у поверхности конструкций;
- для твердых сред (соли, аэрозоли, пыли, грунты) — дисперсностью, растворимостью в воде, гигроскопичностью, влажностью и температурой окружающей среды.

2.3.4. Состав работ и методика измерения вредных веществ в производственной среде должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 21.1501—92, ГОСТ 12.1.016.

2.3.5. При обследованиях производственной среды следует выявить основные источники агрессивных выделений, определить вид, концентрацию, температуру, интенсивность и пределы распространения последних. Затем устанавливаются причины выделения вредностей и составляется перечень конструкций, подвергающихся воздействию данного реагента. Целесообразно все виды обследований производственной среды совмещать по времени, что позволяет получить наиболее полную характеристику эксплуатационной среды.

Изучение степени агрессивности эксплуатационной среды, загазованности и запыленности воздуха помещений проводится в теплый и холодные периоды года, в разное время суток, в зависимости от режима эксплуатации технологического оборудования. Отбор проб следует произвести в рабочей зоне, в зоне расположения обследуемых конструкций, под перекрытиями и покрытием, в зоне аэрационных и вентиляционных устройств и вблизи технологических источников выделения вредностей.

2.3.6. Инструментальными замерами необходимо зафиксировать пики выделений вредностей и их повторяемость во времени. При циклическом характере технологического процесса пробы отбираются в наиболее характерные периоды для данного вида производства: при максимальных и минимальных выделениях (с указанием длительности цикла и его частоты) и в течение технологического этапа, наиболее продолжительного.

В момент отбора проб необходимо регистрировать температуру и относительную влажность внутреннего воздуха, а также отмечать все отклонения и изменения в ходе технологического процесса.

Полученные по характерным участкам помещения данные о наличии агрессивных реагентов в производственном помещении и их воздействии на различные строительные конструкции заносятся в таблицу.

2.3.7. В зависимости от степени агрессивности эксплуатационной среды и материала конструкции разрабатываются мероприятия по защите строительных конструкций от коррозии согласно рекомендациям СНиП 2.03.11 и других документов.

3. ОБСЛЕДОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

3.1. Обмерные работы

3.1.1. Целью обмерных работ является выявление действительных геометрических размеров здания в целом и его отдельных конструкций и установление их соответствия проектным данным. При отсутствии проектной документации на основе обмерных работ разрабатывается проектная документация на здание и его основные элементы.

3.1.2. Состав и количество обмерных работ устанавливаются на этапе предварительного обследования и зависят от задач обследования, наличия проектной документации, проведенных ранее реконструкций здания и отдельных конструкций и т.д.

3.1.3. Обмерами определяются конфигурация, размеры, положение в плане и по вертикали конструкций и их элементов. Должны быть проверены основные размеры конструктивной схемы здания: длины пролетов, шаги и высоты колонн, сечения конструкций, узлы опирания балок и другие геометрические параметры.

При проведении обмерных работ следует соблюдать требования ГОСТ 26433, ГОСТ 26433.1.0, регламентирующих систему обеспечения точности и правил выполнения измерений обследуемых параметров.

3.1.4. Для обмеров отдельных конструкций и их элементов используются рулетки, деревянные складные рейки с нанесенными на них делениями, наборы металлических линеек и угольников разной длины, штангенциркули, уровни, отвесы, а для проведения линейных измерений здания — лазерные дальномеры и другие современные измерители длины.

3.1.5. Обмерные чертежи выполняются в масштабе 1:100—1:200, чертежи фрагментов и узлов — в масштабе от 1:50 до 1:5. В процессе натурных обследований результаты обмеров наносятся на предварительно подготовленные копии рабочих чертежей проекта здания или на эскизы для последующего изготовления обмерных чертежей.

Размеры и высотные отметки конструкций проставляются на обмерных чертежах в соответствии с правилами оформления архитектурно-строительных рабочих чертежей (ГОСТ Р 21.1501).

Измерения прогибов и деформаций

3.1.6. Деформации и прогибы в конструкциях возникают вследствие перегрузок, неравномерной осадки фундаментов, пучения

грунтов оснований, температурных воздействий при изменении уровня грунтовых вод и влажностного режима грунтов оснований, потерь устойчивости несущих конструкций и других внешних воздействий. Нередко характер развития деформаций конструкций может свидетельствовать о причинах, их обусловливающих.

Допустимые пределы деформаций и прогибов зависят от материала и вида конструкций и регламентируются нормами проектирования конструкций зданий.

3.1.7. Отклонения от вертикали и искривления в вертикальной плоскости конструкций могут быть измерены с помощью отвеса и линейки. Смещения по горизонтали от опорных точек, а также вертикальные перемещения определяются измерениями с помощью приборов: теодолита Т-1, лазера «LM200», лазерного нивелира «PLS3-set».

3.1.8. Величины прогибов, искривлений конструкций и их элементов измеряются тонкой проволокой, располагаемой между краями конструкции или ее частями, не имеющими деформации, и измерением максимального расстояния между проволокой и поверхностью конструкции с помощью линейки.

Величины прогибов могут быть определены также с помощью прогибомера П-1 и гидростатического уровня.

При использовании прогибомеров измеряется величина перемещения элемента, закрепленного на деформирующемся участке конструкции, относительно неподвижного элемента. В качестве прогибомера могут быть использованы две планки или система, передающая перемещения от недеформируемой конструкции на измерительный прибор, в качестве которого обычно используется индикатор часового типа (мессура).

При малых линейных деформациях измерение прогибов элементов производится при помощи тензометров, а сдвиги и повороты — геодезической съемкой.

3.1.9. Деформацию перекрытий определяют прогибомером или нивелиром НВ-1 со специальной насадкой.

Перед началом замеров шток устанавливают в такое положение, чтобы показания в мерной трубке соответствовали нулю. Затем трубку с диском передвигают по поверхности потолка; через каждый полный поворот диска снимают отсчеты по мерной трубке. Прогибы замеряют в различных точках потолка.

Таким же образом прогибомером П-1, нивелиром НВ-1 измеряют прогибы несущих элементов лестниц — балок, маршей и плит.

3.1.10. Определение кинетики развития деформаций осуществляется путем многократных их измерений через определенные интервалы времени (от 1 до 30 сут) в зависимости от скорости развития деформации.

3.1.11. Наблюдения за деформациями зданий и сооружений, находящихся в эксплуатации, проводят в случаях появления трещин, раскрытия швов, перемещения и наклона строительных конструкций, а также резкого изменения условий эксплуатации. Цель наблюдения за деформациями состоит в том, чтобы установить, стабилизировались или продолжают развиваться осадки здания и изменения в конструкциях.

Если в процессе наблюдения не были выявлены основные и наиболее вероятные причины деформаций, то наблюдения продолжают вести длительное время (до года).

3.1.12. Для измерений деформаций, осадок, кренов, сдвигов зданий, сооружений и их конструкций применяют методы инженерной геодезии. Измерения производятся специализированными организациями в соответствии с рекомендациями «Руководства по наблюдениям за деформациями зданий и сооружений» (НИИОСП им. Герсеванова, М.: Стройиздат, 1975).

Методы и средства наблюдения за трещинами

3.1.13. При обследовании строительных конструкций наиболее ответственным этапом является выявление трещин и причин их возникновения, а также динамики развития. Трещины могут быть вызваны разными причинами и иметь различные последствия.

3.1.14. При наличии трещин в несущих конструкциях зданий и сооружений необходимо установить систематическое наблюдение за их состоянием и возможным развитием с тем, чтобы выяснить характер деформаций конструкций и степень их опасности для дальнейшей эксплуатации.

Наблюдение за развитием трещин проводится по графику, который в каждом отдельном случае составляется в зависимости от конкретных условий.

3.1.15. Трещины выявляются путем осмотра поверхностей конструкций, а также выборочного удаления с конструкций защитных или отделочных покрытий. Следует определить положение, форму, направление, распространение по длине, ширину и глубину раскрытия, а также установить, продолжается или прекратилось их развитие.

3.1.16. На каждой трещине устанавливают маяк, который при развитии трещины разрывается. Маяк устанавливают в месте наибольшего развития трещины.

При наблюдениях за развитием трещин по длине концы трещин во время каждого осмотра фиксируются поперечными штрихами, нанесенными краской или острым инструментом на поверхности конструкции. Рядом с каждым штрихом проставляют дату осмотра. Расположение трещин схематично наносят на чертежи общего вида развертки стен здания, отмечая номера и дату установки маяков. На каждую трещину составляют график ее развития и раскрытия.

Трещины и маяки в соответствии с графиком наблюдения периодически осматриваются, и результаты осмотра заносятся в журнал, в котором указываются: дата осмотра, чертеж с расположением трещин и маяков, сведения о состоянии трещин и маяков, сведения об отсутствии или появлении новых трещин и установка на них маяков.

3.1.17. Ширину раскрытия трещин рекомендуется определять с помощью микроскопа МПБ-2 с ценой деления 0,02 мм, пределом измерения 6,5 мм и микроскопа МИР-2 с пределами измерений от 0,015 до 0,6 мм, а также лупы с масштабным делением (лупы Бринеля) или других приборов и инструментов, обеспечивающих точность измерений не ниже 0,1 мм.

Глубину трещин устанавливают, применяя иглы и проволочные щупы, а также при помощи ультразвуковых приборов типа УКВ-1М, бетон-3М, УК-10П и др.

3.1.18. При применении ультразвукового метода глубина трещины устанавливается по изменению времени прохождения импульсов как при сквозном прозвучивании, так и методом продольного профилирования при условии, что плоскость трещинообразования перпендикулярна линии прозвучивания. Глубина трещины определяется из соотношений:

$$h = \frac{V}{2}\sqrt{t_e - t_a};$$

$$V = \frac{a}{t_a},$$

где h — глубина трещины;

V — скорость распространения ультразвука на участке без трещин, мк/с;

t_a, t_e — время прохождения ультразвука на участке без трещины и с трещиной, с;

a — база измерения для обоих участков, см.

3.1.19. Для оценки деформации и развития трещин следует использовать маяки, позволяющие установить качественную картину деформации и их величину.

Маяк представляет собой пластинку длиной 200—250 мм, шириной 40—50 мм, толщиной 6—10 мм из гипса или цементно-песчаного раствора, наложенную поперек трещины, или две стеклянные или металлические пластинки с закрепленным одним концом, каждая по разные стороны трещины. Разрыв маяка или смещение пластинок по отношению друг к другу свидетельствует о развитии деформаций.

Наиболее простое решение имеет пластинчатый маяк. Он состоит из двух металлических, стеклянных или плексигласовых пластинок, имеющих риски и укрепленных на растворе так, чтобы при раскрытии трещины пластинки скользили одна по другой. Края пластинок должны быть параллельны друг другу. После прикрепления пластинок к конструкции отмечают на них номер и дату установки маяка. По замерам расстояния между рисками определяют величину раскрытия трещины.

Маяк устанавливают на основной материал стены, удалив предварительно с ее поверхности штукатурку. Рекомендуется размещать маяки также в предварительно вырубленных штрабах (особенно при их установке на горизонтальную или наклонную поверхность). В этом случае штрабы заполняются гипсовым или цементно-песчаным раствором. Осмотр маяков производится через неделю после их установления, а затем один раз в месяц. При интенсивном трещинообразовании обязателен ежедневный контроль.

3.1.20. Маяк конструкции Ф.А. Белякова состоит из двух прямоугольных гипсовых или алебастровых плиток размером 100×60 мм и толщиной 15—20 мм.

В каждой из плиток на вертикальной и горизонтальной гранях закреплены пять металлических шпилек с острым концом, выступающим на 1—2 мм. Для наблюдения за развитием трещины две такие плитки крепят на гипсовом или алебастровом растворе по обе стороны трещины, чтобы шпильки были расположены на прямых, параллельных друг другу: шпильки 1, 2, 3, 4 на вертикальной плоскости расположились на одной прямой, а четыре другие — 5, 6, 7, 8 — на другой прямой.

Приращение трещины измеряют по изменению положения шпилек. Для этого к шпилькам периодически прикладывают чистый лист бумаги, наклеенный на фанеру, и после легкого надавливания измеряют расстояния между проколами по поперечному масштабу. Маяки конструкции Ф.А. Белякова позволяют определить взаимное смещение сторон трещин в трех направлениях.

3.1.21. Ширина раскрытия трещин в процессе наблюдения измеряется при помощи щелемеров или трещиномеров.

3.1.22. Щелемер конструкции ЛенГИДЕПА состоит из двух латунных пластин, одна из которых расположена в специально выточенном пазу второй пластины. На обеих пластинах имеются шкалы с миллиметровыми делениями, причем на П-образной пластине сделана прорезь для чтения делений шкалы на внутренней (второй) пластине. Пластины крепятся к изогнутым штырям, свободные концы которых заделываются в бетон. Описанный щелемер позволяет определить величину развития трещин по трем направлениям.

3.1.23. Используется также щелемер, у которого счетным механизмом служит мессура. Данные измерений по мессуре увязываются с температурой воздуха, на которую вводится соответствующая поправка; окончательную величину отсчета S, мм, определяют по формуле

$$S = F - klt,$$

где F — отсчет по мессуре, мм;

k — коэффициент линейного расширения металла плеча мессуры;

t — температура воздуха в момент отсчета;

l — длина плеча мессуры, мм.

3.1.24. Щелемер для длительных наблюдений состоит из двух элементов, каждый из которых представляет собой цилиндр из некорродирующего металла с полушаровой головкой, укрепленной на квадратном фланце из листовой стали. Для закрепления фланца в бетоне к нему приваривается анкерная скоба. Пара таких элементов устанавливается по обе стороны трещины. Измерение расстояния между ними во время каждого осмотра производится штангенциркулем дважды: в обхват цилиндров и в обхват полушаровых головок с упором ножек штангенциркуля в торцы цилиндров. Однозначность изменений расстояний по обоим измерениям между циклами укажет на отсутствие ошибок при производстве замеров.

3.1.25. Для наблюдений за трещинами и осадками в стенах применяют стрелочно-рычажное устройство. Оно состоит из деревянной или металлической стрелки длиной 0,7—1 м, шарниров и мерной шкалы. Шарниры, закрепляющие стрелку на стене, расположены по обе стороны от трещины. Длина остальной свободной части стрелки в 10 раз больше расстояния между указанными шарнирными креплениями.

Таким образом, вертикальному смещению одного шарнира относительно другого соответствует в 10 раз большее смещение вверх или вниз конца стрелки над мерной шкалой (металлической или деревянной рейкой).

В этих условиях величина осадок по обе стороны трещины в 1 мм соответствует смещению конца стрелки на 10 мм. При установке прибора на стене свободный конец стрелки помещается над нулевым делением мерной шкалы.

В журнале наблюдений за трещинами фиксируются номер и дата установки маяка или щелемера, место и схема их расположения, первоначальная ширина трещины, изменение со временем длины и глубины трещины. По данным измерений строят график хода раскрытия трещин. В случае деформации маяка рядом с ним устанавливается новый, которому присваивается тот же номер, но с индексом.

Маяки, на которых появились трещины, не удаляют до окончания наблюдений. Если в течение 30 сут изменение размеров трещин не будет зафиксировано, их развитие можно считать законченным, маяки можно снять и трещины заделать.

3.2. Обследование бетонных и железобетонных конструкций

3.2.1. Основными задачами обследования несущих железобетонных конструкций являются определение состояния конструкций с выявлением повреждений и причин их возникновения, а также физико-механических характеристик бетона.

3.2.2. Натурные обследования бетонных и железобетонных конструкций включают в себя следующие виды работ:

- осмотр и определение технического состояния конструкций по внешним признакам;
- инструментальное или лабораторное определение прочности бетона и арматурной стали;
- определение степени коррозии бетона и арматуры.

Определение технического состояния по внешним признакам

3.2.3. Определение геометрических параметров конструкций и их сечений производится по рекомендациям настоящей методики. При этом фиксируются все отклонения от проектного положения.

3.2.4. Определение ширины и глубины раскрытия трещин следует выполнять в соответствии с данной методикой. Степень раскрытия трещин сопоставляется с нормативными требованиями по предельным состояниям второй группы.

3.2.5. Определение и оценку лакокрасочных покрытий железобетонных конструкций следует производить по методике, изложенной в ГОСТ 6992. При этом фиксируются следующие основные виды повреждений: растрескивания и отслоения, которые характеризуются глубиной разрушения верхнего слоя (до грунтовки), пузыри и коррозионные очаги, характеризуемые размером очага (диаметром) в мм. Площадь отдельных видов повреждений покрытия выражают ориентировочно в процентах по отношению ко всей окрашенной поверхности.

3.2.6. При наличии увлажненных участков и поверхностных высолов на бетоне конструкций определяют величину этих участков и причину их появления.

3.2.7. Результаты визуального осмотра железобетонных конструкций фиксируются в виде карт дефектов, нанесенных на схематические планы или разрезы здания, или составляют таблицы дефектов с рекомендациями по классификации дефектов и повреждений с оценкой категории состояния конструкций.

3.2.8. Внешние признаки, характеризующие состояние железобетонных конструкций по 5 категориям, приводятся в таблице (приложение 1).

Определение прочности бетона механическими методами

3.2.9. Механические методы неразрушающего контроля при обследовании конструкций применяют для определения прочности бетона всех видов нормируемой прочности, контролируемых по ГОСТ 18105 (таблица 3.1).

В зависимости от применяемого метода и приборов косвенными характеристиками прочности являются:

• значение отскока бойка от поверхности бетона (или прижатого к ней ударника);

Таблица 3.1 — **Методы определения прочности бетона в зависимости от ожидаемой прочности элементов**

Наименование метода	Предельные значения прочности бетона, МПа
Упругий отскок и пластическая деформация	5—50
Ударный импульс	10—70
Отрыв	5—60
Скалывание ребра	10—70
Отрыв со скалыванием	5—100

- параметр ударного импульса (энергия удара);
- размеры отпечатка на бетоне (диаметр, глубина) или соотношение диаметров отпечатков на бетоне и стандартном образце при ударе индентора или вдавливании индентора в поверхность бетона;
- значение напряжения, необходимого для местного разрушения бетона при отрыве приклеенного к нему металлического диска, равного усилию отрыва, деленному на площадь проекции поверхности отрыва бетона на плоскость диска;
- значение усилия, необходимого для скалывания участка бетона на ребре конструкции;
- значение усилия местного разрушения бетона при вырыве из него анкерного устройства.

При проведении испытаний механическими методами неразрушающего контроля следует руководствоваться указаниями ГОСТ 22690.

3.2.10. К приборам механического принципа действия относятся: эталонный молоток Кашкарова, молоток Шмидта, молоток Физделя, пистолет ЦНИИСКа, молоток Польди и др. Эти приборы дают возможность определить прочность материала по величине внедрения бойка в поверхностный слой конструкций или по величине отскока бойка от поверхности конструкции при нанесении калиброванного удара (пистолет ЦНИИСКа).

3.2.11. Молоток Физделя основан на использовании пластических деформаций строительных материалов. При ударе молотком по поверхности конструкции образуется лунка, по диаметру которой и оценивают прочность материала.

Место конструкции, на которое наносят отпечатки, предварительно очищают от штукатурного слоя, затирки или окраски.

Процесс работы с молотком Физделя заключается в следующем:

- правой рукой берут за конец деревянной рукоятки, локоть опирают о конструкцию;
- локтевым ударом средней силы наносят 10—12 ударов на каждом участке конструкции;
- расстояние между отпечатками ударного молотка должно быть не менее 30 мм.

Диаметр образованной лунки измеряют штангенциркулем с точностью до 0,1 мм по двум перпендикулярным направлениям и принимают среднее значение. Из общего числа измерений, произведенных на данном участке, исключают наибольший и наименьший результаты, а по остальным вычисляют среднее значение.

Прочность бетона определяют по среднему измеренному диаметру отпечатка и тарировочной кривой, предварительно построенной на основании сравнения диаметров отпечатков шарика молотка и результатов лабораторных испытаний на прочность образцов бетона, взятых из конструкции по указаниям ГОСТ 28570 или специально изготовленных из тех же компонентов и по той же технологии, что и материалы обследуемой конструкции.

3.2.12. К методике определения прочности бетона, основанной на свойствах пластических деформаций, относится также молоток Кашкарова (ГОСТ 22690).

При ударе молотком Кашкарова по поверхности конструкции получаются два отпечатка на поверхности материала с диаметром $d_б$ и на контрольном (эталонном) стержне с диаметром $d_э$.

Отношение диаметров получаемых отпечатков зависит от прочности обследуемого материала и эталонного стержня и практически не зависит от скорости и силы удара, наносимого молотком. По среднему значению величины $d_б/d_э$ из тарировочного графика определяют прочность материала.

На участке испытания должно быть выполнено не менее пяти определений при расстоянии между отпечатками на бетоне не менее 30 мм, а на металлическом стержне — не менее 10 мм (таблица 3.2).

3.2.13. К приборам, основанным на методе упругого отскока, относятся пистолет ЦНИИСКа, пистолет Борового, молоток Шмидта, склерометр 6КМ со стержневым ударником и др. Принцип действия этих приборов основан на измерении упругого отскока удар-

Таблица 3.2

Наименование метода	Число испытаний на участке	Расстояние между местами испытаний	Расстояние от края конструкции до места испытаний, мм	Толщина конструкции, мм
Упругий отскок	5	30	50	100
Пластическая деформация	5	30	50	70
Ударный импульс	10	15	50	50
Отрыв	1	2 диаметра диска	50	50
Скалывание ребра	2	200	—	170
Отрыв со скалыванием	1	5 глубин вырыва	150	Удвоенная глубина установки анкера

ника при постоянной величине кинетической энергии металлической пружины. Взвод и спуск бойка осуществляются автоматически при соприкосновении ударника с испытываемой поверхностью. Величину отскока бойка фиксирует указатель на шкале прибора.

В результате удара боек отскакивает от ударника. Степень отскока отмечается на шкале прибора при помощи специального указателя. Зависимость величины отскока ударника от прочности бетона устанавливают по данным тарировочных испытаний бетонных кубиков размером 15×15×15 см, и на этой основе строится тарировочная кривая. Прочность материала конструкции выявляют по показаниям градуированной шкалы прибора в момент нанесения ударов по испытываемому элементу.

3.2.14. Методом испытания на отрыв со скалыванием определяют прочность бетона в теле конструкции. Сущность метода состоит в оценке прочностных свойств бетона по усилию, необходимому для его разрушения, вокруг шпура определенного размера при вырывании закрепленного в нем разжимного конуса или специального стержня, заделанного в бетоне. Косвенным показателем прочности служит вырывное усилие, необходимое для вырыва заделанного в тело конструкций анкерного устройства вместе с окружающим его бетоном при глубине заделки h. При испытании методом отрыва со ска-

лыванием участки должны располагаться в зоне наименьших напряжений, вызываемых эксплуатационной нагрузкой или усилием обжатия предварительно напряженной арматуры.

Прочность бетона на участке допускается определять по результатам одного испытания. Участки для испытания следует выбирать так, чтобы в зону вырыва не попала арматура. На участке испытания толщина конструкции должна превышать глубину заделки анкера не менее чем в два раза. При пробивке отверстия шлямбуром или высверливанием толщина конструкции в этом месте должна быть не менее 150 мм. Расстояние от анкерного устройства до грани конструкции должно быть не менее 150 мм, а от соседнего анкерного устройства — не менее 250 мм.

3.2.15. При проведении испытаний используются анкерные устройства трех типов. Анкерные устройства типа I устанавливают на конструкции при бетонировании; анкерные устройства типов II и III устанавливают в предварительно подготовленные шпуры, образованные в бетоне высверливанием. Рекомендуемая глубина отверстий: для анкера типа II — 30 мм; для анкера типа III — 35 мм. Диаметр шпура в бетоне не должен превышать максимальный диаметр заглубленной части анкерного устройства более чем на 2 мм. Заделка анкерных устройств в конструкциях должна обеспечить надежное сцепление анкера с бетоном. Нагрузка на анкерное устройство должна возрастать плавно, со скоростью не более 1,5—3 кН/с вплоть до вырыва его вместе с окружающим бетоном.

Наименьший и наибольший размеры вырванной части бетона, равные расстоянию от анкерного устройства до границ разрушения на поверхности конструкции, не должны отличаться один от другого более чем в два раза.

3.2.16. Единичное значение прочности бетона на участке испытаний определяют в зависимости от напряжений сжатия в бетоне σ и значения R_t.

Сжимаемые напряжения в бетоне определяют расчетом конструкций с учетом действительных размеров сечений и величин нагрузок (воздействий).

Единичное значение R_{t0} прочности бетона на участке в предположении $\sigma_б = 0$ определяют по формуле

$$R_{t0} = m_3 m_h A \frac{1}{h_g} \sum_{i=1}^{h_y} P_i,$$

где $m_з$ — коэффициент, учитывающий крупность заполнителя, принимаемый равным: при максимальной крупности заполнителя менее 50 мм — 1, при крупности 50 мм и более — 1,1;

m_h — коэффициент, вводимый при фактической глубине $h_ф$, отличающейся от h более чем на 5 %, при этом $h_ф$ не должна отличаться от номинального значения, принятого при испытании, более чем на ±15 %;

A — коэффициент пропорциональности, значение которого при использовании анкерных устройств принимается

для анкеров типа II — 30 мм: $A_1 = 0{,}24$ см^2 (для бетона естественного твердения); $A_2 = 0{,}25$ см^2 (для бетона, прошедшего тепловую обработку);

для анкеров типа III — 35 мм соответственно: $A_1 = 0{,}14$ см^2; $A_2 = 0{,}17$ см^2.

Прочность обжатого бетона определяют из уравнения

$$R_i = R_{i0}(R_{i0}^2 - 1{,}5\sigma_б R_{i0} + 1{,}5\sigma_б^2).$$

3.2.17. При определении класса бетона методом скалывания ребра конструкции применяют прибор типа ГПНС-4.

На участке испытания необходимо провести не менее двух сколов бетона.

Толщина испытываемой конструкции должна быть не менее 50 мм, а расстояние между соседними сколами должно быть не менее 200 мм. Нагрузочный крюк должен быть установлен таким образом, чтобы величина a не отличалась от номинальной более чем на 1 мм. Нагрузка на испытываемую конструкцию должна нарастать плавно, со скоростью не более (1+0,3) кН/с вплоть до скалывания бетона. При этом не должно происходить проскальзывания нагрузочного крюка. Результаты испытаний, при которых в месте скола обнажалась арматура и фактическая глубина скалывания отличалась от заданного более 2 мм, не учитываются.

3.2.18. Единичное значение R_i прочности бетона на участке испытаний определяют в зависимости от напряжений сжатия бетона $\sigma_б$ и значения R_{i0}.

Сжимающие напряжения в бетоне $\sigma_б$, действующие в период испытаний, определяют расчетом конструкции с учетом действительных размеров сечений и величин нагрузок.

Единичное значение R_{i0} прочности бетона на участке в предположении $\sigma_б = 0$ определяют по формуле

$$R_{i0} = m_g R_{iy},$$

где m_g — поправочный коэффициент, учитывающий крупность заполнителя, принимаемый равным при максимальной крупности заполнителя 20 мм и менее — 1, при крупности более 20 до 40 мм — 1,1;

R_{iy} — условная прочность бетона, определяемая по среднему значению косвенного показателя P:

$$P = \frac{1}{h_y} \sum_{i=1}^{h_y} P_i,$$

P_i — усилие каждого из скалываний, выполненных на участке испытаний.

3.2.19. При испытании методом скалывания ребра на поверхности бетона не должно быть трещин, сколов бетона, наплывов или раковин высотой (глубиной) более 5 мм. Участки должны располагаться в зоне наименьших напряжений, вызываемых эксплуатационной нагрузкой или усилием обжатия предварительно напряженной арматуры.

Ультразвуковой метод определения прочности бетона

3.2.20. Принцип определения прочности бетона ультразвуковым методом основан на наличии функциональной связи между скоростью распространения ультразвуковых колебаний и прочностью бетона.

Ультразвуковой метод применяют для определения прочности бетона классов В7,5—В35 (марок М100—М450) на сжатие.

3.2.21. Прочность бетона в конструкциях определяют экспериментально с использованием градуировочных зависимостей «скорости распространения ультразвука — прочность бетона. $V = f(R)$» или «время распространения ультразвука t — прочность бетона. $t = f(R)$». Степень точности метода зависит от тщательности построения тарировочного графика.

3.2.22. Для определения прочности бетона ультразвуковым методом применяются приборы УКБ-1, УКБ-1М, УК-16П, «Бетон-22» и др

3.2.23. Ультразвуковые измерения в бетоне проводят способами сквозного или поверхностного прозвучивания. При измерении скорости распространения ультразвука способом сквозного прозвучивания ультразвуковые преобразователи устанавливают с противоположных сторон образца или конструкции. Скорость распространения ультразвука V, м/с, вычисляют по формуле

$$V = \frac{l}{t}1000,$$

где t — время распространения ультразвука, мкс;

l — расстояние между центрами установки преобразователей (база прозвучивания), мм.

При измерении скорости распространения ультразвука способом поверхностного прозвучивания ультразвуковые преобразователи устанавливают на одной стороне образца или конструкции.

3.2.24. Число измерений времени распространения ультразвука в каждом образце должно быть при сквозном прозвучивании — 3, при поверхностном — 4.

Отклонение отдельного результата измерения скорости распространения ультразвука в каждом образце от среднего арифметического значения результатов измерений для данного образца не должно превышать 2 %.

Измерение времени распространения ультразвука и определение прочности бетона производятся в соответствии с указаниями паспорта (технического условия применения) данного типа прибора и указаний ГОСТ 17624.

3.2.25. На практике нередки случаи, когда возникает необходимость определения прочности бетона эксплуатируемых конструкций при отсутствии или невозможности построения градуировочной таблицы. В этом случае определение прочности бетона проводят в зонах конструкций, изготовленных из бетона на одном виде крупного заполнителя (конструкции одной партии).

Скорость распространения ультразвука V определяют не менее чем в 10 участках обследуемой зоны конструкций, по которым находят среднее значение V. Далее намечают участки, в которых скорость распространения ультразвука имеет максимальное V_{max} и минимальное V_{min} значения, а также участок, где скорость имеет величину V_n, наиболее приближенную к значению V, а затем выбуривают из каждого намеченного участка не менее чем по два керна, по

которым определяют значения прочности в этих участках: R_{max}, R_{min}, R_n соответственно.

Прочность бетона R_H определяют по формуле

$$R_H = a_0 + a_1$$

при $R_{max} - R_{min} \le 2R_n(60 - R_n)/100$.

Коэффициенты a_1 и a_0 вычисляют по формулам:

$$a_1 = \frac{R_{max} - R_{min}}{V_{max} - V_{min}};$$

$$a_0 = \frac{1}{2}[(R_{max} - R_n) - a_0(V_{min} + V_n)].$$

3.2.26. При определении прочности бетона по образцам, отобранным из конструкции, следует руководствоваться указаниями ГОСТ 28570.

3.2.27. При выполнении условия

$$\frac{(V_{max} - V_{min})}{V_n} 100 < 10\,\%$$

допускается ориентировочно определять прочность для бетонов классов прочности до В25 по формуле

$$R = AV^4,$$

где A — коэффициент, определяемый путем испытаний не менее трех кернов, отобранных из конструкций.

3.2.28. Для бетонов классов прочности выше В25 прочность бетона в эксплуатируемых конструкциях может быть оценена также сравнительным методом, принимая в основу характеристики конструкции с наибольшей прочностью.

В этом случае

$$R_H = R_{max} \frac{V}{8{,}87V_{max} - 7{,}87V_{min}}.$$

3.2.29. Такие конструкции, как балки, ригели, колонны, должны прозвучиваться в поперечном направлении, плита — по наи-

меньшему размеру (ширине или толщине), а ребристая плита — по толщине ребра.

3.2.30. При тщательном проведении испытаний этот метод дает наиболее достоверные сведения о прочности бетона в существующих конструкциях. Недостатком его является большая трудоемкость работ по отбору и испытанию образцов.

Определение толщины защитного слоя бетона и расположения арматуры

3.2.31. Для определения толщины защитного слоя бетона и расположения арматуры в железобетонной конструкции при обследованиях применяют магнитные, электромагнитные методы по ГОСТ 22904 или методы просвечивания и ионизирующих излучений по ГОСТ 17623 с выборочной контрольной проверкой получаемых результатов путем пробивки борозд и непосредственными измерениями.

Радиационные методы, как правило, применяют для обследования состояния и контроля качества сборных и монолитных железобетонных конструкций при строительстве, эксплуатации и реконструкции особо ответственных зданий и сооружений.

Радиационный метод основан на просвечивании контролируемых конструкций ионизирующим излучением и получении при этом информации о ее внутреннем строении с помощью преобразователя излучения. Просвечивание железобетонных конструкций производят при помощи излучения рентгеновских аппаратов, излучения закрытых радиоактивных источников.

Транспортировку, хранение, монтаж и наладку радиационной аппаратуры проводят специализированные организации, имеющие специальное разрешение на проведение указанных работ.

3.2.32. Магнитный метод основан на взаимодействии магнитного или электромагнитного поля прибора со стальной арматурой железобетонной конструкции.

Толщину защитного слоя бетона и расположение арматуры в железобетонной конструкции определяют на основе экспериментально установленной зависимости между показаниями прибора и указанными контролируемыми параметрами конструкций.

3.2.33. Для определения толщины защитного слоя бетона и расположения арматуры из приборов применяют, в частности, ИСМ и ИЗС-10Н.

Прибор ИЗС-10Н обеспечивает измерение толщины защитного слоя бетона в зависимости от диаметра арматуры в следующих пределах:

• при диаметре стержней арматуры от 4 до 10 мм толщины защитного слоя — от 5 до 30 мм;

• при диаметре стержней арматуры от 12 до 32 мм толщины защитного слоя — от 10 до 60 мм.

Прибор обеспечивает определение расположения проекций осей стержней арматуры на поверхность бетона:

• диаметром от 12 до 32 мм — при толщине защитного слоя бетона не более 60 мм;

• диаметром от 4 до 12 мм — при толщине защитного слоя бетона не более 30 мм.

При расстоянии между стержнями арматуры менее 60 мм применение приборов типа ИЗС нецелесообразно.

3.2.34. Определение толщины защитного слоя бетона и диаметра арматуры производится в следующем порядке:

• до проведения испытаний сопоставляют технические характеристики применяемого прибора с соответствующими проектными (ожидаемыми) значениями геометрических параметров армирования контролируемой железобетонной конструкции;

• при несоответствии технических характеристик прибора параметрам армирования контролируемой конструкции необходимо установить индивидуальную градуировочную зависимость в соответствии с ГОСТ 22904.

Число и расположение контролируемых участков конструкции назначают в зависимости от:

• цели и условий испытаний;

• особенности проектного решения конструкции;

• технологии изготовления или возведения конструкции с учетом фиксации арматурных стержней;

• условий эксплуатации конструкции с учетом агрессивности внешней среды.

3.2.35. Работу с прибором следует производить в соответствии с инструкцией по его эксплуатации. В местах измерений на поверхности конструкции не должно быть наплывов высотой более 3 мм.

3.2.36. При толщине защитного слоя бетона, меньшей предела измерения применяемого прибора, испытания проводят через прокладку толщиной 10+0,1 мм из материала, не обладающего магнетическими свойствами.

Фактическую толщину защитного слоя бетона в этом случае определяют как разность между результатами измерения и толщиной этой прокладки.

3.2.37. При контроле расположения стальной арматуры в бетоне конструкции, для которой отсутствуют данные о диаметре арматуры и глубине ее расположения, определяют схему расположения арматуры и измеряют ее диаметр путем вскрытия конструкции.

3.2.38. Для приближенного определения диаметра арматурного стержня определяют и фиксируют на поверхности железобетонной конструкции место расположения арматуры прибором типа ИЗС-10Н.

Устанавливают преобразователь прибора на поверхности конструкции и по шкалам прибора или по индивидуальной градуировочной зависимости определяют несколько значений толщины защитного слоя бетона δ_{pr} для каждого из предполагаемых диаметров арматурного стержня, которые могли применяться для армирования данной конструкции.

Между преобразователем прибора и поверхностью бетона конструкции устанавливают прокладку соответствующей толщины (например, 10 мм), вновь проводят измерения и определяют расстояние для каждого предполагаемого диаметра арматурного стержня.

Для каждого диаметра арматурного стержня сопоставляют значения δ_{pr} и $(\delta_{abs} - \delta_e)$.

В качестве фактического диаметра d принимают значение, для которого выполняется условие

$$\left|\delta_{pr} - (\delta_{abs} - \delta_e)\right| \rightarrow \min,$$

где δ_{abs} — показание прибора с учетом толщины прокладки;

δ_e — толщина прокладки.

Индексы в формуле обозначают:

s — шаг продольной арматуры;

p — шаг поперечной арматуры;

e — наличие прокладки.

3.2.39. Результаты измерений заносят в журнал, форма которого приведена в таблице 3.3.

3.2.40. Фактические значения толщины защитного слоя бетона и расположение стальной арматуры в конструкции по результатам измерений сравнивают со значениями, установленными технической документацией на эти конструкции.

Таблица 3.3 — **Форма записи результатов измерений толщины защитного слоя бетона железобетонных конструкций**

Тип прибора, №	Условное обозначение конструкции	Номера контролируемых участков конструкции	Параметры армирования конструкции по технической документации			Показания прибора		Измеренная толщина защитного слоя бетона, мм	Примечание
			Номинальный диаметр арматуры, мм	Расположение стержней	Толщина защитного слоя бетона, мм	мм	Условные единицы		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Дата испытаний _____ Смена _____

Подпись лица, проводившего испытания _____

3.2.41. Результаты измерений оформляют протоколом, который должен содержать следующие данные:

- наименование проверяемой конструкции;
- объем партии и число контролируемых конструкций;
- тип и номер применяемого прибора;
- номера контролируемых участков конструкций и схему их расположения на конструкции;
- проектные значения геометрических параметров армирования контролируемой конструкции;
- результаты проведенных испытаний;
- ссылку на инструктивно-нормативный документ, регламентирующий метод испытаний.

Определение прочностных характеристик арматуры

3.2.42. Расчетные сопротивления неповрежденной арматуры разрешается принимать по проектным данным или по нормам проектирования железобетонных конструкций.

В зависимости от класса стали рекомендуется принимать следующие расчетные сопротивления арматуры на растяжение и сжатие:

- для гладкой арматуры — 225 МПа (класс А-I);
- для арматуры с профилем, гребни которого образуют рисунок винтовой линии, — 280 МПа (класс А-II);
- для арматуры периодического профиля, гребни которого образуют рисунок «елочка», — 355 МПа (класс А-III).

Жесткая арматура из прокатных профилей принимается в расчетах с расчетным сопротивлением, равным 210 МПа.

3.2.43. При отсутствии необходимой документации и информации класс арматурных сталей устанавливается испытанием вырезанных из конструкции образцов с сопоставлением предела текучести, временного сопротивления и относительного удлинения при разрыве с данными ГОСТ 380 или приближенно по виду арматуры, профилю арматурного стержня и времени возведения объекта.

3.2.44. Расположение, количество и диаметр арматурных стержней определяются либо путем вскрытия и прямых замеров, либо применением магнитных или радиографических методов (по ГОСТ 22904 и ГОСТ 17625 соответственно).

3.2.45. Для определения механических свойств стали поврежденных конструкций рекомендуется использовать методы:

• испытания стандартных образцов, вырезанных из элементов конструкций, согласно указаниям ГОСТ 7564;

• испытания поверхностного слоя металла на твердость согласно указаниям ГОСТ 18661.

3.2.46. Заготовки для образцов из поврежденных элементов рекомендуется вырезать в местах, не получивших пластических деформаций при повреждении, и чтобы после вырезки были обеспечены их прочность и устойчивость конструкции.

3.2.47. Заготовки для образцов рекомендуется отбирать в трех однотипных элементах конструкций (верхний пояс, нижний пояс, первый сжатый раскос и т.п.) в количестве 1—2 шт. из одного элемента. Все заготовки должны быть замаркированы в местах их взятия и марки обозначены на схемах, прилагаемых к материалам обследования конструкций.

3.2.48. Характеристики механических свойств стали — предел текучести $\sigma_т$, временное сопротивление $\sigma_б$ и относительное удлинение при разрыве δ — получают путем испытания на растяжение образцов согласно ГОСТ 1497.

Определение основных расчетных сопротивлений стали конструкций производится путем деления среднего значения предела текучести на коэффициент надежности по материалу $y_м = 1{,}05$ или временного сопротивления на коэффициент надежности $y = 1{,}05$. При этом за расчетное сопротивление принимается наименьшая из величин $R_т$, $R_б$, которые найдены соответственно по $\sigma_т$ и $\sigma_б$.

При определении механических свойств металла по твердости поверхностного слоя рекомендуется применять портативные переносные приборы: Польди—Хютта, Баумана, ВПИ-2, ВПИ-3л и др.

Полученные при испытании на твердость данные переводятся в характеристики механических свойств металла по эмпирической формуле. Так, зависимость между твердостью по Бриннелю и временным сопротивлением металла устанавливается по формуле

$$\sigma_б = 3{,}5H_b,$$

где H_b — твердость по Бриннелю.

3.2.49. Выявленные фактические характеристики арматуры сопоставляются с требованиями СНиП 2.03.01, и на этой основе дается оценка эксплуатационной пригодности арматуры.

Определение прочности бетона путем лабораторных испытаний

3.2.50. Лабораторное определение прочности бетона конструкций производится путем испытания образцов, взятых из этих конструкций.

Отбор образцов производится путем выпиливания кернов диаметром от 50 до 150 мм на участках, где ослабление элемента не оказывает существенного влияния на несущую способность конструкций. Этот метод дает наиболее достоверные сведения о прочности бетона в существующих конструкциях. Недостатком его является большая трудоемкость работ по отбору и обработке образцов.

При определении прочности по образцам, отобранным из бетонных и железобетонных конструкций, следует руководствоваться указаниями ГОСТ 28570.

Сущность метода состоит в измерении минимальных усилий, разрушающих выбуренные или выпиленные из конструкции образцы бетона при их статическом нагружении с постоянной скоростью роста нагрузки.

3.2.51. Форма и номинальные размеры образцов в зависимости от вида испытаний бетона должны соответствовать ГОСТ 10180.

3.2.52. Места отбора проб бетона следует назначать после визуального осмотра конструкций в зависимости от их напряженного состояния с учетом минимально возможного снижения их несущей способности.

Пробы рекомендуется отбирать из мест, удаленных от стыков и краев конструкций. После извлечения проб места отбора следует заделывать мелкозернистым бетоном. Участки для выбуривания или выпиливания проб бетона следует выбирать в местах, свободных от арматуры.

3.2.53. Для выбуривания образцов из бетона конструкций применяют сверлильные станки типа ИЕ 1806 с режущим инструментом в виде кольцевых алмазных сверл типа СКА или твердосплавных кольцевых сверл и приспособления «Бур Кер» и «Буркер А-240».

Для выпиливания образцов из бетона конструкций применяют распиловочные станки типов УРБ-175, УРБ-300 с режущим инструментом в виде отрезных алмазных дисков типа АОК.

Допускается применение другого оборудования и инструментов, обеспечивающих изготовление образцов, отвечающих требованиям ГОСТ 10180.

3.2.54. Испытание образцов на сжатие и все виды растяжения, а также выбор схемы испытания и нагружения производят также по ГОСТ 10180.

Опорные поверхности испытываемых на сжатие образцов в случае, когда их отклонения от плоскости плиты пресса более 0,1 мм, должны быть исправлены нанесением слоя выравнивающего состава, в качестве которого следует использовать цементное тесто, цементно-песчаный раствор или эпоксидные композиции. Толщина слоя выравнивающего состава на образце должна быть не более 5 мм.

3.2.55. Прочность бетона испытываемого образца с точностью до 0,1 МПа при испытании на сжатие и с точностью до 0,01 МПа при испытаниях на растяжение вычисляют по формулам:

на сжатие

$$R^{\text{обр}} = \frac{F}{A};$$

на осевое растяжение

$$R_t^{\text{обр}} = \frac{F}{A};$$

на растяжение при раскалывании

$$R_{tt}^{\text{обр}} = \frac{2F}{\pi A};$$

на растяжение при изгибе

$$R_{tf}^{\text{обр}} = \frac{Fl}{ab^2},$$

где F — разрушающая нагрузка, Н;

A — площадь рабочего сечения образца, мм^2;

a, b, l — соответственно ширина и высота поперечного сечения призмы и расстояние между опорами при испытании образцов на растяжение при изгибе, мм.

Для приведения прочности бетона в испытанном образце к прочности бетона в образце базового размера и формы прочности, полученным по указанным формулам, пересчитывают по формулам:

на сжатие

$$R = R^{\text{обр}}\alpha\eta_1;$$

на осевое растяжение

$$R_t = R_t^{\text{обр}}\beta;$$

на растяжение при раскалывании

$$R_{tt} = R_{tt}^{\text{обр}}\gamma\eta_2;$$

на растяжение при изгибе

$$R_{tf} = R_{tt}^{\text{обр}}\delta,$$

где η_1 и η_2 — коэффициенты, учитывающие отношение высоты цилиндра к его диаметру, принимаемые при испытаниях на сжатие по таблице 3.4, при испытаниях на растяжение при раскалывании по таблице 3.5 и равные единице для образцов другой формы;

$\alpha, \beta, \gamma, \delta$ — масштабные коэффициенты, учитывающие форму и размеры поперечного сечения испытанных образцов, которые принимают по таблице 3.6 или определяют экспериментально по ГОСТ 10180.

3.2.56. Отчет об испытаниях должен состоять из протокола отбора проб, результатов испытания образцов и соответствующей ссылки на стандарты, по которым проведено испытание.

3.2.57. При наличии увлажненных участков и поверхностных высолов на бетоне конструкций определяют величину этих участков и причину их появления.

Таблица 3.4

h/d	От 0,85 до 0,94	От 0,95 до 1,04	От 1,05 до 1,14	От 1,15 до 1,24	От 1,25 до 1,34	От 1,35 до 1,44	От 1,45 до 1,54	От 1,55 до 1,64	От 1,65 до 1,74	От 1,75 до 1,84	От 1,85 до 1,95	От 1,95 до 2,0
η_1	0,96	1,0	1,04	1,08	1,1	1,12	1,13	1,14	1,16	1,18	1,19	1,2

Таблица 3.5

h/d	1,04 и менее	1,05—1,24	1,25—1,44	1,45—1,64	1,65—1,84	1,85—2,0
η_2	1,0	1,02	1,04	1,07	1,1	1,13

Таблица 3.6

Размеры образцов: ребро куба или сторона квадратной призмы, мм	Сжатие α	Растяжение при раскалывании γ		Растяжение при изгибе δ	Осевое растяжение β
	Все виды бетонов	Тяжелый бетон	Мелкозернистый бетон	Тяжелый бетон	
70	0,85	0,78	0,87	0,86	0,8
100	0,95	0,88	0,92	0,92	0,92
150	1,0	1,0	1	1,0	1,0
200	1,05	1,10	1,05	1,15	1,08

3.2.58. Результаты визуального осмотра железобетонных конструкций фиксируют в виде карты дефектов, нанесенных на схематические планы или разрезы здания, или составляют таблицы дефектов с рекомендациями по классификации дефектов и повреждений с оценкой категории состояния конструкций.

Определение степени коррозии бетона и арматуры

3.2.59. Для определения степени коррозионного разрушения бетона (степени карбонизации, состава новообразований, структурных нарушений бетона) используются физико-химические методы.

Исследование химического состава новообразований, возникших в бетоне под действием агрессивной среды, производится с помощью дифференциально-термического и рентгено-структурного методов, выполняемых в лабораторных условиях на образцах, отобранных из эксплуатируемых конструкций.

Изучение структурных изменений бетона производится с помощью ручной лупы. Такой осмотр позволяет изучить поверхность образца, выявить наличие крупных пор, трещин и других дефектов.

С помощью микроскопического метода выявляют взаимное расположение и характер сцепления цементного камня и зерен заполнителя; состояние контакта между бетоном и арматурой; форму, размер и количество пор; размер и направление трещин.

3.2.60. Определение глубины карбонизации бетона производят по изменению величины водородного показателя pH.

В случае если бетон сухой, смачивают поверхность скола чистой водой, которой должно быть столько, чтобы на поверхности бетона

не образовалась видимая пленка влаги. Избыток воды удаляют чистой фильтровальной бумагой. Влажный и воздушно-сухой бетон увлажнения не требует.

На скол бетона с помощью капельницы или пипетки наносят 0,1 %-ный раствор фенолфталеина в этиловом спирте. При изменении pH от 8,3 до 10 окраска индикатора изменяется от бесцветной до ярко-малиновой. Свежий излом образца бетона в карбонизированной зоне после нанесения на него раствора фенолфталеина имеет серый цвет, а в некарбонизированной зоне приобретает ярко-малиновую окраску.

Для определения глубины карбонизации бетона примерно через минуту после нанесения индикатора измеряют линейкой с точностью до 0,5 мм расстояние от поверхности образца до границы ярко окрашенной зоны в направлении, нормальном к поверхности. В бетонах с равномерной структурой пор граница ярко окрашенной зоны расположена обычно параллельно наружной поверхности.

В бетонах с неравномерной структурой пор граница карбонизации может быть извилистой. В этом случае необходимо измерять максимальную и среднюю глубину карбонизации бетона.

3.2.61. Факторы, влияющие на развитие коррозии бетонных и железобетонных конструкций, делятся на две группы: связанные со свойствами внешней среды (атмосферных и грунтовых вод, производственной среды и т.п.) и обусловленные свойствами материалов (цемента, заполнителей, воды и т.п.) конструкций.

Оценивая опасность коррозии бетонных и железобетонных конструкций, необходимо знать характеристики бетона: его плотность, пористость, количество пустот и др. При обследовании технического состояния конструкций эти характеристики должны находиться в центре внимания обследователя.

3.2.62. Коррозия арматуры в бетоне обусловлена потерей защитных свойств бетона и доступом к ней влаги, кислорода воздуха или кислотообразующих газов.

Коррозия арматуры в бетоне возникает при уменьшении щелочности окружающего арматуру электролита до pH, равного или меньше 12, при карбонизации или коррозии бетона, т.е. коррозия арматуры в бетоне является электрохимическим процессом.

3.2.63. При оценке технического состояния арматуры и закладных деталей, пораженных коррозией, прежде всего необходимо установить вид коррозии и участки поражения. После определения вида

коррозии необходимо установить источники воздействия и причины коррозии арматуры.

3.2.64. Толщина продуктов коррозии определяется микрометром или с помощью приборов, которыми замеряют толщину немагнитных противокоррозионных покрытий на стали (например, ИТП-1 и др.).

Для арматуры периодического профиля следует отмечать остаточную выраженность рифов после зачистки.

В местах, где продукты коррозии стали хорошо сохраняются, можно по их толщине ориентировочно судить о глубине коррозии по соотношению

$$\delta_к \approx 0{,}6\delta_{пк},$$

где $\delta_к$ — средняя глубина сплошной равномерной коррозии стали;

$\delta_{пк}$ — толщина продуктов коррозии.

3.2.65. Выявление состояния арматуры элементов железобетонных конструкций производится путем удаления защитного слоя бетона с обнажением рабочей и монтажной арматуры.

Обнажение арматуры производится в местах наибольшего ее ослабления коррозией, которые выявляются по отслоению защитного слоя бетона и образованию трещин и пятен ржавой окраски, расположенных вдоль стержней арматуры.

Диаметр арматуры измеряется штангенциркулем или микрометром. В местах, где арматура подвергалась интенсивной коррозии, вызвавшей отпадание защитного слоя, производится тщательная зачистка ее от ржавчины до появления металлического блеска.

3.2.66. Степень коррозии арматуры оценивается по следующим признакам: характеру коррозии, цвету, плотности продуктов коррозии, площади пораженной поверхности, площади поперечного сечения арматуры, глубине коррозионных поражений.

При сплошной равномерной коррозии глубину коррозионных поражений определяют измерением толщины слоя ржавчины, при язвенной — измерением глубины отдельных язв. В первом случае острым ножом отделяют пленку ржавчины и толщину ее измеряют штангенциркулем. При язвенной коррозии рекомендуется вырезать куски арматуры, ржавчину удалить травлением (погружая арматуру в 10 %-ный раствор соляной кислоты, содержащий 1 % ингибитора-уротропина) с последующей промывкой водой.

Затем арматуру необходимо погрузить на 5 мин в насыщенный раствор нитрата натрия, вынуть и протереть. Глубину язв измеряют индикатором с иглой, укрепленной на штативе. Глубину коррозии определяют по показанию стрелки индикатора как разность показания у края и дна коррозионной язвы.

3.2.67. При выявлении участков конструкций с повышенным коррозионным износом, связанным с местным (сосредоточенным) воздействием агрессивных факторов, рекомендуется в первую очередь обращать внимание на следующие элементы и узлы конструкций

- опорные узлы стропильных и подстропильных ферм, вблизи которых расположены водоприемные воронки внутреннего водостока;
- верхние пояса ферм в узлах присоединения к ним светоаэрационных фонарей, стоек различных щитов;
- верхние пояса подстропильных ферм, вдоль которых расположены ендовы кровель;
- опорные узлы ферм, находящиеся внутри кирпичных стен;
- верхние части колонн, находящиеся внутри кирпичных стен.

3.3. Обследование каменных конструкций

3.3.1. Обследование каменных, в том числе кирпичных конструкций, производится с целью определения их состояния и соответствия эксплуатационным качествам.

3.3.2. В состав работ по обследованию каменных конструкций входят следующие работы:

- оценка технического состояния по внешним признакам;
- инструментальное определение прочности каменных конструкций.

3.3.3. При определении качества кладки отмечаются вид кирпича (красный, силикатный, пустотелый и т.п.), а также вид раствора (цементный, сложный, известковый и т.п.).

3.3.4. Фактическая толщина горизонтальных швов кладки устанавливается замером высоты 5—10 рядов кладки и соответствующим подсчетом средних значений.

3.3.5. При обследовании армокаменных конструкций следует особое внимание уделять состоянию арматуры и защитного слоя цементного раствора для конструкций с расположением арматуры с наружной стороны кладки. Оценка степени коррозии арматуры и вида коррозии производится по указаниям настоящей методики.

3.3.6. Обследованию и замеру подлежат все видимые на глаз трещины, включая волосяные, как по ширине, глубине, так и по длине и расположению их на поверхности столбов и стен.

При наличии штукатурки необходимо иметь в виду, что ширина и длина трещины в штукатурке может не соответствовать размерам трещины в самой кладке.

Для установления действительных размеров трещин в кладке штукатурку следует отбивать. Методы и средства наблюдения за трещинами приводятся в п 3.1 настоящей методики.

3.3.7. Техническое состояние каменных конструкций по внешним признакам, характеризующим степень их износа, приводится в таблице (приложение 2).

Определение прочности каменных конструкций

3.3.8. Для определения в натурных условиях прочности каменных конструкций без их разрушения применяют ультразвуковые методы по ГОСТ 17424 или механические методы неразрушающего контроля по ГОСТ 22690.

Для указанных целей рекомендуется использовать, в частности, ультразвуковые приборы УКВ-1, УКБ-1М. Зная расстояние между излучателем и приемником и время прохождения ультразвука через конструкцию, вычисляют скорость ультразвука. Прочность материала определяют по тарировочным кривым для каждого вида материала. Тарировку выполняют в соответствии с ГОСТ 10180.

3.3.9. Для определения прочности кирпича, раствора и мелкозернистых бетонов (пенобетон, газобетон и др.) применяют прибор типа ПС-1, разработанный кафедрой железобетонных конструкций Московского института коммунального хозяйства и строительства.

Принцип действия прибора основан на измерении глубины внедрения конического инвертора в испытуемый материал под действием статической нагрузки. Нагрузка создается вручную нажатием на рукоять прибора и передается на конический элемент через тарированную пружину. Значение нагрузки ограничено заданным перемещением рукоятки в пределах прорези в корпусе прибора.

Прочность материала может быть определена как на отдельных образцах, извлеченных из конструкции, так и непосредственно в конструкции, в том числе и находящейся под нагрузкой. Поверх-

ность материала, прочность которого определяется, должна быть ровной площадкой 15—20 см в поперечнике, очищенной от грязи, краски и штукатурки. Поверхность следует обработать шкуркой и обеспылить.

3.3.10. Для лабораторных испытаний прочности кирпича и раствора отбор образцов производят из малонагруженных элементов конструкций при условии идентичности применяемых на этих участках материалов. Образцы кирпича или камней должны быть целыми, без трещин. Из камней неправильной формы выпиливают кубики с размером ребра от 40 до 200 мм или высверливают цилиндры (керны) диаметром от 40 до 150 мм. Участки кирпичной или каменной кладки, с которых отбирали образцы для испытаний, должны быть полностью восстановлены для обеспечения исходной прочности конструкций.

3.3.11. Для испытания растворов, отобранных из кирпичной кладки, изготовляют кубы с ребром от 20 до 40 мм, составленные из двух пластин раствора, склеенных гипсовым раствором. Образцы испытывают на сжатие с использованием стандартного лабораторного оборудования. Определение прочности кирпича и камней производится в соответствии с требованиями ГОСТ 8462, раствора — ГОСТ 5802 или СН 290-74. Значения масштабных коэффициентов следует определять в соответствии с требованиями ГОСТ 10180.

3.3.12. Поверочные расчеты несущей способности каменных и армокаменных конструкций производятся в соответствии со СНиП II-22 с учетом фактических физико-технических характеристик материалов, полученных в результате инструментальных натурных обследований и лабораторных испытаний.

3.4. Обследование металлических конструкций

3.4.1. Задачами обследования металлических конструкций являются:

- определение технического состояния конструкций по внешним признакам;
- оценка коррозионных повреждений стальных конструкций;
- обследование сварных, заклепочных и болтовых соединений;
- определение качества стали конструкций.

Определение технического состояния конструкций по внешним признакам

3.4.2. Дефекты и повреждения стальных конструкций в зависимости от причин, их вызывающих, можно систематизировать на следующие группы:

1. Повреждения от силовых воздействий (статических и динамических) — разрывы, потеря устойчивости, трещины, ослабление соединений и т.п.

2 Повреждения от механических воздействий — вмятины, прогибы, искривления, истирание и др.

3. Повреждения от температурных воздействий — коробление и разрушение при высоких температурах, хрупкие трещины при отрицательных температурах.

4. Повреждения (коррозия) от химической агрессии электрохимических и физико-химических воздействий.

Оценка степени влияния конкретных повреждений производится по допускаемым отклонениям на соответствующие дефекты, регламентированные СНиП II-23, СНиП 3.03.01 и др.

3.4.3. Оценка технического состояния конструкций по внешним признакам производится на основе определения следующих факторов

- геометрических размеров конструкций и их сечений; наличия разрывов элементов конструкций; наличия искривлений элементов;
- состояния антикоррозионных защитных покрытий; дефектов и механических повреждений;
- состояния сварных, болтовых и заклепочных соединений; степени и характера коррозии элементов и соединений;
- отклонения элементов от проектного положения (расстояния между осями ферм, прогонов, отметок опорных узлов и ригелей и т.п.),
- прогибов и деформаций.

3.4.4. Определение геометрических параметров конструкций и их сечений производится путем непосредственных измерений по рекомендациям п. 3.1. При этом фиксируются все отклонения от их проектного положения.

3.4.5. Толщина элементов измеряется штангенциркулем с точностью до 0,05 мм; толщина элементов, имеющих доступ с одной стороны, измеряется с помощью ультразвуковых толщиномеров типа

Кварц-6, Кварц-15; сечение сварных швов определяется с помощью шаблонов или снятием слепка пластиком, остальные размеры — с помощью стальной линейки и рулетки.

Для измерения толщины листа в слабо напряженной зоне может быть высверлено отверстие диаметром до 50 мм.

3.4.6. Определение ширины и глубины раскрытия трещин в общем случае следует выполнять по рекомендациям п. 3.1. Выявление трещин в металлических конструкциях производится путем тщательного визуального осмотра с использованием лупы с 6—8-кратным увеличением или микроскопа МИР-2.

3.4.7. Признаками наличия трещин могут быть потеки ржавчины, выходящие на поверхность металла, и шелушение краски.

Для уточнения наличия трещин можно хорошо заточенным зубилом снимать небольшую стружку вдоль предполагаемой трещины, раздвоение которой говорит о наличии трещин.

Для выявления трещин можно пользоваться керосином. Для этого очищенная поверхность смачивается керосином, который проявляет очертание трещины.

3.4.8. Основными дефектами и повреждениями стальных конструкций, которые выявляются при визуальных натурных обследованиях, являются:

- в конструкциях — прогибы отдельных элементов и всей конструкции, винтообразность элементов, выпучивания, местные прогибы, погнутость узловых фасонок, коррозия основного металла и металла соединений, трещины;
- в сварных швах — дефекты формы шва (неполномерность, резкие переходы от основного металла к наплавленному, наплывы, неравномерная ширина шва, кратеры, перерывы) и дефекты структуры шва (трещины в швах или околошовной зоне, подрезы основного металла, непровары по кромкам и по сечению шва, шлаковые или газовые включения или поры);
- в заклепочных соединениях — зарубки, смещение с оси стержней и маломерность головок, избыток или недостаток по высоте потайных заклепок, косая заклепка, трещиноватость или рябина заклепки, зарубки металла отжимкой, неплотные заполнения отверстий телом заклепки, овальность отверстий, смещение осей заклепок от проектного положения, подвижность заклепок, отрыв головок, отсутствие заклепок, неплотное соединение пакета.

3.4.9. Помимо указанного в конструкциях из алюминиевых сплавов выявляются места их контакта с коррозионно-активным материалом.

3.4.10. Оценка категории технического состояния стальных конструкций по внешним признакам приводится в таблице (приложение 3).

Оценка коррозионных повреждений стальных конструкций

3.4.11. При оценке технического состояния стальных конструкций, пораженных коррозией, прежде всего необходимо определить вид коррозии и ее качественную и количественную характеристики.

Различают следующие основные виды коррозии стальных конструкций:

- сплошная — характеризуется относительно равномерным распределением коррозии по всей поверхности;
- пятнами — характеризуется небольшой глубиной проникновения коррозии по сравнению с поперечными размерами поражений;
- язвенная — характеризуется появлениями на поверхности металла отдельных или множественных повреждений, глубина и поперечные размеры которых (от долей миллиметра до нескольких миллиметров) соизмеримы;
- точечная (питтинговая) — представляет собой разрушение в виде отдельных мелких (не более 1—2 мм в диаметре) и глубоких (глубина больше поперечных размеров) язвочек;
- межкристаллическая — характеризуется относительно равномерным распределением множественных трещин на больших участках элементов (глубина трещин обычно меньше, чем их размеры на поверхности).

К качественным характеристикам коррозии относятся плотность, структура и химический состав продуктов коррозии. Качественные характеристики определяют путем лабораторных исследований продуктов коррозии.

К количественным показателям коррозионных поражений относятся их площадь, глубина коррозионных язв, величина потери сечения, скорость коррозии.

3.4.12. Поверхность элементов конструкций, подлежащих обследованию, необходимо очистить от пыли, грязи, жировых загрязнений, легко отслаивающихся старых покрытий и продуктов коррозии. Поверхности элементов в плоскостях, в которых проводят ин-

струментальные измерения, необходимо очищать до металлического блеска механическими щетками, а затем мелкой шлифовальной шкуркой.

3.4.13. Площадь коррозионных поражений с указанием зоны их распространения выражают в процентах площади поверхности конструкций. Толщина элементов, поврежденных коррозией, замеряется не менее чем в трех сечениях по длине элемента. В каждом проводится не менее трех замеров. При сплошной коррозии толщина элементов измеряется с помощью штангенциркулей, микрометров или механических толщиномеров.Толщина замкнутых профилей определяется с помощью ультразвуковых толщиномеров.

3.4.14. При язвенной коррозии, а также при наличии питтингов глубину коррозионных язв измеряют с точностью 0,1 мм с помощью измерительных скоб.

3.4.15. Величина потери сечения выражается в процентах начальной толщины. В качестве начальной толщины элемента принимается его толщина в местах, не поврежденных коррозией, или, при отсутствии таких мест, по номинальным данным, приведенным в проекте или в сортаменте.

Для определения величины потери сечения в нескольких местах по длине и по сечению элемента микрометром или штангенциркулем с точностью до 0,05 мм измеряется его толщина. Разность между начальной и измеренной толщинами, выраженная в процентах, дает среднестатическую величину потери сечения.

Косвенную величину коррозионных потерь можно определить путем измерения толщины слоя продуктов коррозии. Величина коррозионных потерь с одной стороны элемента приближенно равна $^1/_3$ толщины слоя окислов.

3.4.16. Для оценки состояния лакокрасочных покрытий необходимо обращать внимание на изменение цвета, размягчение и охрупчивание, наличие признаков шелушения, отслаивание, образование сыпи и пузырей, наличие или отсутствие продуктов коррозии на поверхности покрытия или под ним.

Адгезию покрытия определяют методом решетчатого надреза по ГОСТ 15140. Толщину покрытия измеряют толщиномерами ИТП-1 или МТ-300, а сплошность — дефектоскопами ЛКД-1 или ЛД2. Защитные свойства лакокрасочных покрытий оценивают по ГОСТ 6992 или ГОСТ 9.407.

3.4.17. Оценку защитных свойств металлических покрытий производят путем сопоставления фактического состояния покрытий с требованиями ГОСТ 9.301 и ГОСТ 9.302.

Стойкость металлов определяется при равномерной коррозии средней скоростью разрушения, мм/год, при неравномерной коррозии — глубиной проникновения отдельных коррозионных разрушений (язв), мм/год.

3.4.18. При обследованиях конструкций из высокопрочных термообработанных сталей, а также конструкций, работающих при высоких или пониженных температурах, используются металлографические методы исследования коррозии, которые позволяют выявить межкристаллические или внутрикристаллические коррозионные поражения и их конфигурацию.

3.4.19. Если работы по обследованию конструкций особо ответственных объектов проводят в течение нескольких лет, то рекомендуется включить в программу обследований проведение натурных коррозионных испытаний по ГОСТ 9.909 и ГОСТ 6992 образцов из материалов, соответствующих материалам обследуемых конструкций, и из более коррозионно-стойких материалов, которые можно использовать при замене конструкций, а также образцов с защитными покрытиями, соответствующими примененным для обследованных конструкций, и с более стойкими покрытиями. Условия испытаний образцов должны соответствовать наиболее жестким условиям, в которых эксплуатируются конструкции данного вида.

Обследование сварных, заклепочных и болтовых соединений

3.4.20. Обследование сварных соединений является наиболее ответственной операцией, так как сварной шов и околошовная зона могут быть наиболее вероятными очагами возникновения коррозии и трещин.

3.4.21. Обследование сварных швов включает следующие операции:

- внешний осмотр с целью обнаружения повреждений после очистки от грязи;
- определение размеров катетов швов. Для этого применяются: универсальные шаблоны, а также скобы для измерения толщины швов, снятые слепки и измерение с помощью угловой линейки. Длина сплошных и прерывистых швов измеряется линейкой.

3.4.22. Скрытые дефекты швов обнаруживаются с помощью простукивания шва молотком весом 0,5 кг, при этом доброкачественный шов издает такой же звук, как и основной металл; глухой звук указывает на наличие дефекта.

На участке шва с предполагаемым скрытым дефектом производятся контрольное высверливание и травление отверстий 10—12 %-ным водным раствором двойной соли хлорной меди и алюминия. Наплавленный металл при этом темнеет, и на темном фоне просматриваются дефекты (непровар, шлаковые включения и т.п.). Диаметр сверла принимается на 2—3 мм больше ширины шва. Эта операция производится при необходимости выявления глубины непровара и внутренних повреждений швов.

3.4.23. При необходимости более тщательного исследования внутренних повреждений сварных швов и внутренних трещин элементов металлоконструкций следует применять инструментальные методы контроля: ультразвуковой, рентгеновский, электромагнитный и др.

3.4.24. Выявление повреждений заклепочных соединений производится их внешним осмотром и простукиванием.

Контроль состояния заклепок и болтов отстукиванием осуществляется молотком массой 0,3—0,5 кг на длинной рукоятке. При ударе слабая заклепка или болт издает глухой дребезжащий звук, а приложенный к ним палец ощущает дрожание.

3.4.25. Неплотность соединений, подвижность заклепок обнаруживаются при отстукивании заклепок молотком.

Ослабление заклепки обнаруживается также по ржавым подтекам из-под головки и по венчикам пыли вокруг нее. Неплотности прилегания головки к пакету и неплотности элементов в пакете контролируются с помощью набора щупов толщиной от 0,2 до 0,5 мм.

3.4.26. Высокопрочные болты не простукиваются. По внешнему виду они отличаются от обычных обязательным наличием шайб под каждой головкой.

Контроль узловых соединений, выполненных на высокопрочных болтах, производится в соответствии со следующими требованиями:

- разболчивание соединений не допускается; в затянутых на проектное усилие болтах концы их должны быть заподлицо с поверхностью гаек или выступать за нее;
- контроль натяжения болтов может осуществляться закручиванием. В случае нанесения рисок при монтаже на металле и на гайке контроль может осуществляться визуально по положению рисок;

• контроль натяжения по моменту закручивания производится тарировочным ключом, с помощью которого к гайке или головке болта прикладывается крутящий момент, необходимый для того, чтобы повернуть гайку или головку болта на 5° в направлении затяжки;

• тарировочным ключом проверяется 10 % болтов общего количества их в узле, но не менее двух;

• при контроле затяжки болта крутящий момент должен превышать момент, обеспечивающий минимальное осевое натяжение, не менее чем на 5 % и не более чем на 10 % установленного расчетом болтовых соединений;

• если при приложении контрольного крутящего момента не наблюдается поворота гайки или болта, значит, болты соединения имеют достаточное осевое натяжение;

• если при приложении контрольного момента гайка или болт проворачиваются раньше его достижения, то следует осуществить контроль всех высокопрочных болтов данного соединения.

Определение качества стали конструкций

3.4.27. При натурных обследованиях важным является определение качества стали конструкций, проводимое путем механических испытаний образцов, химического и металлографического их анализа.

3.4.28. Испытание материалов стальных конструкций производится:

• при отсутствии сертификатов или недостаточности имеющихся в них данных;

• при обнаружении в элементах конструкций повреждений, особенно в виде трещин;

• если установленная по сертификатам и чертежам марка стали не соответствует требованиям современных норм.

3.4.29. При лабораторных испытаниях, как правило, определяют следующие показатели: механические свойства, пределы пропорциональности, упругости, текучести, временное сопротивление, истинное сопротивление разрыву, относительное удлинение и относительное сужение после разрыва.

Для конструкций, работающих на динамические нагрузки, обязательно проводят исследование ударной вязкости стали в соответ-

ствии с ГОСТ 9454. Ударную вязкость определяют при температурах +20, −20, −40, −70 °С. Температуру испытания устанавливают в зависимости от требований нормативных документов для конструкций данного вида и климатического региона.

При механических испытаниях образцов следует руководствоваться указаниями ГОСТ 1497, ГОСТ 9454 и СНиП II-23.

3.4.30. Отбор образцов для механических испытаний производится с ненагруженных или малонапряженных участков конструкций путем выпиливания металлорежущим инструментом.

Отбор заготовок для механических испытаний производится отдельно для каждой партии. К одной партии принадлежат элементы одного вида проката (лист, уголок, двутавры и т.д.), одинаковые по номерам, толщинам, маркам стали и входящие в состав однотипных конструкций (ферм, подкрановых балок, колонн и т.д.), одного периода поставки для изготовления.

Количество проб и образцов на каждую партию должно быть: при испытании на растяжение и на ударную вязкость — не менее 3 из каждого элемента; количество образцов из одного металла не менее 2 и от всей партии не менее 6.

Отбор образцов производят: для листовой стали — поперек направления проката, сортовой и фасонной — вдоль направления проката.

3.4.31. Химическим анализом определяют химический состав стали, металлографическим — структуру стали, наличие и характер включений и микротрещин в соответствии с указаниями ГОСТ 10243, ГОСТ 5639. Химические и металлографические анализы производятся специализированными лабораториями.

На основании проведенных лабораторных испытаний стали определяют ее марку в соответствии с требованиями соответствующих ГОСТов и СНиП П-23.

3.4.32. Отбор образцов для химического анализа производится высверливанием. Поверхность металла перед отбором образцов зачищается до металлического блеска. Сверление производят в нескольких местах одного профиля, при этом режим сверления должен быть таким, чтобы стружка не имела цветов побежалости. Общий вес стружки для химического анализа должен составлять 50—100 г.

3.4.33. Отбор образцов для металлографического анализа производится с участков конструкций, где имеется опасность питтинго-

вой коррозии, усталостных разрушений, изменений структуры металла, путем выпиливания. При этом должны соблюдаться меры по предотвращению нарушения структуры стали.

3.4.34. Размеры заготовок должны обеспечивать возможность изготовления пропорциональных образцов для испытаний в соответствии с ГОСТ 1497 и ГОСТ 7564.

При выпиливании минимальные размеры заготовок для изготовления плоских образцов из проката толщиной 8--10 мм составляют: длина — 205—220 мм, ширина — 30—35 мм. Допускается вырезание заготовок длиной 60—70 мм и шириной 12—15 мм, из которых изготавливаются цилиндрические образцы с d_0 = 10 мм и начальной l_0 = 10 мм.

В случае вырезания образцов автогеном со стороны линий среза должны оставаться припуски не менее 20 мм при толщине элемента до 60 мм и не менее 30 мм при большей толщине.

3.4.35. Испытание на растяжение производится по ГОСТ 1497 на плоских образцах с записью диаграмм растяжения. Предел текучести определяется по диаграмме.

Скорость перемещения захвата, мм/мин, при испытании до предела текучести не более 0,01, за пределом текучести — не более 0,2 длины расчетной части образца. Предпочтительными являются короткие образцы с расчетной длиной $l_0 = 5{,}56\sqrt{F_0}$, где F_0 — площадь поперечного сечения образца.

3.4.36. По результатам испытания на растяжение устанавливается соответствие применяемого в конструкциях и указанного в проектной документации класса стали. В случае если значение предела текучести или временного сопротивления ниже указанного в ГОСТе, сталь переводится в более низкий класс.

3.4.37. Пластичность стали оценивается по величине относительного удлинения. При полученных значениях относительного удлинения ниже установленных в нормах или соответствующего класса прочности стали следует обратить внимание на возможность появления хрупких трещин, особенно в зоне сварных соединений и повышенной концентрации напряжений.

3.4.38. Склонность стали к хрупкому разрушению выявляется по результатам испытаний на ударную вязкость. При неудовлетворительных результатах испытаний на ударную вязкость рекомендуется провести повторную оценку ударной вязкости на удвоен-

ном числе образцов. Результаты повторных испытаний являются окончательными.

В случае если повторные испытания дадут неудовлетворительные результаты, ставится вопрос о необходимости усиления или замены конструкции.

3.4.39. Допускается определять механические свойства стали неразрушающими методами с корректировкой данных на основе контрольных лабораторных испытаний не менее трех образцов для каждого вида профиля.

3.4.40. Результаты обследований заносят в журнал, в котором указываются: наименование предприятия, цеха, отделения, вид конструкции и номера использованных чертежей и схем, места отбора проб металла и продуктов коррозии, измерений сечения, высверливаний и т.п. факторы обследований.

3.4.41. Выявленные фактические характеристики конструкций и их элементов сопоставляются с требованиями нормативных документов — СНиП II-23, других нормативных документов.

3.4.42. На основании результатов обследований производятся расчеты несущей способности элементов и конструкций в целом с целью разработки рекомендаций по дальнейшей их эксплуатации и восстановления их несущей способности и эксплуатационной надежности.

3.5. Обследование деревянных конструкций

Особенности эксплуатационных качеств деревянных конструкций

3.5.1. Древесина является эффективным строительным материалом, однако имеет ряд отрицательных свойств: неоднородность строения и пороки (сучки, косослой и др.), быстрое увлажнение, набухаемость, низкая огнестойкость, быстрое разрушение грибами и жучками. Поэтому обеспечение долговечности деревянных конструкций требует выполнения ряда мероприятий при их строительстве и эксплуатации.

Основные требования, предъявляемые к древесине и деревянным конструкциям, регламентируются ГОСТ 16483.0, ГОСТ 16483.7, ГОСТ 9462, ГОСТ 9463, а также СНиП II-25.

При обследованиях деревянных конструкций следует различать особенности неклееных и клееных конструкций и требований к ус-

ловиям их эксплуатации, так как стойкость клеевых соединений к циклическим температурно-влажностным и другим эксплуатационным воздействиям отличается от неклееных конструкций.

При оценке стойкости клеевых соединений к циклическим температурно-влажностным воздействиям следует руководствоваться указаниями ГОСТ 17580, водостойкости — ГОСТ 17005.

Основные признаки, характеризующие техническое состояние конструкций

3.5.2. Основными признаками, характеризующими техническое состояние деревянных конструкций, являются: трещины, прогибы и деформации, прочностные показатели, влажностное состояние, биоповреждение (грибами и жуками), коррозия древесины (для конструкций, эксплуатируемых в условиях агрессивных сред), коррозия металлических накладок, скоб, хомутов, болтов и др.

3.5.3. Прогибы и деформации элементов деревянных конструкций определяются по методике и средствами, изложенными в разд. 3.1 настоящей методики.

Прогибы элементов деревянных конструкций зданий и сооружений не должны превышать величин, приведенных в таблице 3.7.

Таблица 3.7

№ п.п.	Элементы конструкций	Предельные прогибы в долях пролета, не более
1	Балки междуэтажных перекрытий	$^1/_{250}$
2	Балки чердачных перекрытий	$^1/_{200}$
3	Покрытия (кроме ендов):	
	прогоны, стропильные ноги	$^1/_{200}$
	балки консольные	$^1/_{150}$
	фермы, клееные балки (кроме консольных)	$^1/_{300}$
	плиты	$^1/_{250}$
	обрешетки, настилы	$^1/_{150}$
4	Несущие элементы ендов	$^1/_{400}$
5	Панели и элементы фахверка	$^1/_{250}$

Примечания: 1. При наличии штукатурки прогиб элементов перекрытий только от длительной временной нагрузки не должен превышать $^1/_{350}$ пролета.

2. При наличии строительного подъема предельный прогиб клееных балок допускается до $^1/_{200}$ пролета.

3.5.4. При обследовании деревянных конструкций необходимо особое внимание уделять эффективности мероприятий:

- по защите от непосредственного увлажнения атмосферными осадками, грунтовыми и талыми водами, производственными водами и др.;
- по предохранению древесины конструкций от промерзания, капиллярного и конденсационного увлажнения и по созданию осушающего температурно-влажностного режима окружающей воздушной среды (наличие естественной и принудительной вентиляции помещения, устройство продухов, аэраторов и др.);
- по противопожарной защите;
- по защите от воздействия гнилостных грибков и насекомых-древоточцев.

3.5.5. Условиями, способствующими развитию дереворазрушающих грибов, являются:

- влажность древесины — более 25 %;
- температура — от минус 3 до +40 °С;
- застойный воздух (скорость движения воздуха менее 0,001 м/с);
- наличие грибковых спор.

Признаками поражения деревянных конструкций дереворазрушающими грибами являются:

- спертый грибной запах в помещении; наличие образований на поверхности конструкций;
- изменение цвета конструкций (побурение);
- потеря прочности, высыхание, растрескивание, глухой звук при простукивании конструкций.

Признаками поражения деревянных конструкций жуками-древоточцами являются:

- наличие летных отверстий (размером 0,5—0,6 мм) и выпадение из них бурой муки;
- глухой звук при простукивании;
- наличие жуков обнаруживается на слух с помощью стетоскопа.

3.5.6. Для определения вида гриба и степени поражения конструкций требуется микроскопическое исследование образцов древесины в специализированных лабораториях. Образцы для анализа размером 15×15×5 мм отбирают с сохранением грибных образований.

3.5.7. Участки древесины, пораженные грибками и жуками-точильщиками, вырезаются и сжигаются, после чего конструкция уси-

ливается антисептированной древесиной или специальными металлическими протезами.

3.5.8. Влажностное состояние элементов деревянных конструкций определяют путем отбора образцов с размером 15×15×5 мм и лабораторных испытаний по методике, изложенной в разделе 3.6.1 настоящей методики. При этом температура сушки в сушильных шкафах должна быть не более 60 °С. Определение влажности древесины следует производить с учетом требований ГОСТ 16483.7.

3.5.9. Оценка степени коррозии металлических накладок, скоб хомутов производится по указаниям раздела 3.4. При значительном повреждении указанных металлических элементов коррозией прочность соединений оценивается с учетом этого фактора.

3.5.10. Прочностные характеристики древесины можно установить путем лабораторных испытаний вырезанных из конструкций образцов или по виду материала (сосна, ель, лиственница, пихта и др.), пользуясь их нормативными характеристиками по СНиП II-25-80, а также ультразвуковым прибором типа УХ-14П.

При лабораторных испытаниях физико-технические характеристики древесины следует определять, руководствуясь указаниями ГОСТ 16483.0, 16483.3.

3.5.11. Для определения технического состояния элементов деревянных конструкций необходимо кроме вышеотмеченных факторов обратить внимание на состояние:

• узлов опирания несущих деревянных конструкций на фундаменты, каменные стены, стальные и железобетонные колонны и другие элементы конструкций с более теплопроводными или влагопроводными свойствами (при непосредственном их контакте). Узлы должны быть изолированы через гидроизоляционные прокладки;

• деревянных подкладок (подушек), на которых устанавливаются опорные части несущих конструкций. Подкладки должны быть из антисептированной древесины преимущественно лиственных пород.

3.5.12. Проверку состояния деревянных конструкций (полов, перегородок, подшивки потолков, опор балок и ферм) производят путем выборочных вскрытий.

В междуэтажных перекрытиях вскрытие осуществляют на участках между балками на площади не менее 0,5 м^2. На накатах убирают засыпку, а с поверхности перегородок и потолков — штукатурку на участках 30×30 см. Вскрытие целесообразно производить также и в местах прохождения водопроводных и канализационных труб.

Оценка технического состояния конструкций

3.5.13. Результаты обследований и определений фактических характеристик деревянных конструкций и их элементов сопоставляются с требованиями СНиП 11-25-80 и других нормативных документов.

3.5.14. Внешние признаки, характеризующие состояние деревянных конструкций по пяти категориям состояния, приводятся в таблице (приложение 4).

3.5.15. Фактическая влажность материалов стеновых конструкций сопоставляется с данными таблицы 3.8 и при их превышении разрабатываются рекомендации по снижению эксплуатационной влажности конструкций.

На основании результатов обследований производятся поверочные расчеты несущих конструкций по предельным состояниям и разрабатываются рекомендации по дальнейшей их эксплуатации и восстановлению их несущей способности и эксплуатационной надежности.

Таблица 3.8 — **Допустимые значения влажности материалов деревянных стен**

Наименование материала	Плотность, кг/м^3	Допустимая влажность, %	
		к началу зимнего периода	к концу зимнего периода
Дуб	700	24	30
Сосна	600	20	25
Береза	500	18	22
Осина	400	16	20

3.6. Обследование ограждающих конструкций здания

3.6.1. Теплотехнические обследования ограждающих конструкций

Цель и задачи теплотехнических обследований

3.6.1.1. Теплотехнические требования, предъявляемые к ограждающим конструкциям зданий, регламентируются СНиП II-3 и зависят от вида ограждения (стена, покрытие и др.), нормируемых

параметров производственной среды (микроклимата), климатических условий района и функционального назначения здания.

3.6.1.2. Целью теплотехнических обследований ограждающих конструкций является выявление их фактических теплозащитных качеств и их соответствия современным нормативным требованиям, которые в последние годы существенно изменились в связи с проблемой экономии и рационального использования энергетических ресурсов.

3.6.1.3. При определении теплотехнических качеств ограждающих конструкций могут устанавливаться:

- температурные поля на внутренних поверхностях ограждающих конструкций, на участках теплопроводных включений, узлов примыканий внутренних и наружных стен, стыковых соединений с целью выявления зон с пониженной температурой, где возможно образование конденсата на поверхности конструкций;
- характер изменения температурного поля и коэффициент теплотехнической однородности конструкций;
- термическое сопротивление конструкций $R_к$, м^2·°С/Вт, коэффициент теплоотдачи внутренней $\alpha_в$, м^2·°С/Вт, и наружной $\alpha_н$, м^2·°С/Вт, поверхностей;
- динамика влажностного режима конструкций в разные сезоны года, установление зоны конденсации влаги и степени влагонакопления в холодный период года, определение влажностного состояния стыковых соединений;
- воздухопроницаемость ограждающих конструкций.

Измерение температур

3.6.1.4. При обследованиях гражданских и производственных зданий в зависимости от рассматриваемых задач производятся измерения температур газовых и жидкостных сред, сыпучих и твердых тел. Диапазон измерения температур — от минус 70 до +1600 °С.

3.6.1.5. Для измерений используются контактные и бесконтактные термометры. К контактным относятся жидкостные и биометаллические термометры, электрические и полупроводниковые термометры сопротивления, термопары. К бесконтактным термометрам относятся инфракрасные термометры, пиранометры, а также тепловизоры.

3.6.1.6. Для измерения показаний медных термометров сопротивления применяют мосты постоянного тока и коммутационные

устройства. Для непрерывной записи температур используются автоматические самописцы.

3.6.1.7. Термопары применяются для измерения температур газовых и жидких сред, сыпучих и твердых тел. Применяются преимущественно хромель-копелевые (ХК), хромель-алюмелевые (ХА) и медь-константановые (ТМК) термопары.

3.6.1.8. При наличии источников излучения термометры необходимо экранировать, обеспечивая около них свободное движение воздуха. Экраны целесообразно выполнять из фольги или из аналогичных материалов.

3.6.1.9. Для изготовления термопар используется термоэлектродная проволока диаметром 0,1—1 мм в хлорвиниловой изоляции (максимальная температура измерения +150 °С). Для измерения более высоких температур используется термоэлектродная проволока диаметром 1—2 мм в термостойкой асбестовой или аналогичной изоляции.

3.6.1.10. Изготовление спаев термопар производится путем пайки или сварки. При сварке необходимо, чтобы дуга загоралась на обоих электродах одновременно. При качественной сварке на конце скрутки образуется шарик диаметром 1—2 мм. Режим сварки подбирается пробным путем.

Подготовленные термопары, предназначенные для измерения температур до 150 °С, напаиваются на медные пластинки диаметром 15 мм толщиной 0,4—0,6 мм.

3.6.1.11. В качестве измерительных (вторичных) приборов при измерениях температур термопарами применяются потенциометры типа ПП-1, КП-59 и самопишущие потенциометры типа ЭПП-09, ПОР и др.

Измерения температур производятся обычно дифференциальными термопарами. Их свободный спай помещается в термос с тающим льдом, который приготавливается из дистиллированной воды. При невозможности приготовить лед свободный спай погружается в сосуд с водой, температура которой в момент измерения определяется с помощью ртутного термометра. При этом определение температуры рабочего спая производится с соответствующей корректировкой величины измеряемой ЭДС.

3.6.1.12. Современные бесконтактные термометры различных модификаций находят широкое применение на практике. Для измерения температур в диапазоне от 700 до 1800 °С применяется оптичес-

кий пиранометр ОПИР-017, при диапазоне температур от минус 18 до +400 °С применяются бесконтактные термометры типа «Thermopoint 2-4» и другие аналогичные термометры.

3.6.1.13. Измерение температурного поля ограждающих конструкций производится тепловизорами различных модификаций, например тепловизорами марки АТП-44-П (ГОСТ 22629), марки «AGA Thermovision-750» или «Thermovision-470».

Измерение солнечной радиации

3.6.1.14. Цель наблюдения над солнечной радиацией заключается в определении солнечной лучистой энергии, падающей на наружные ограждения и через светопроемы проникающей внутрь помещений.

3.6.1.15. Измерение интенсивности солнечной радиации производится пиранометром Янишевского в комплекте с гальванометром или потенциометром. При замерах суммарной солнечной радиации пиранометр устанавливают без теневого экрана, при замерах же рассеянной радиации — с теневым экраном. Прямая солнечная радиация вычисляется как разность между суммарной и рассеянной радиацией.

При определении интенсивности падающей солнечной радиации на ограждение пиранометр устанавливают на него так, чтобы воспринимаемая поверхность прибора была строго параллельна поверхности ограждения. При отсутствии автоматической записи радиации замеры следует производить через 30 мин в промежутке между восходом и заходом солнца.

3.6.1.16. Радиация, падающая на поверхность ограждения, полностью не поглощается. В зависимости от фактуры и окраски ограждения некоторая часть лучей отражается. Отношение отраженной радиации к падающей, выраженное в процентах, называется альбедо поверхности и измеряется альбедометром П.К. Калитина в комплекте с гальванометром или потенциометром.

При радиационных наблюдениях альбедометр устанавливают таким образом, чтобы рабочая поверхность его была параллельна поверхности ограждения, альбедо которого определяется.

Методика измерений сводится к последовательному измерению величины падающей радиации $J_{пад}$ и отраженной радиации $J_{отр}$. При измерении падающей радиации воспринимающая поверхность аль-

бедометра должна быть установлена на поверхности ограждения или по возможности на наименьшем расстоянии, а при измерении отраженной радиации — на расстоянии 0,5 м от поверхности ограждения. После замеров падающей радиации альбедометр поворачивают на 180° и производят замер отраженной радиации. Замеры повторяют 3—5 раз с интервалом 5 мин и по ним определяют среднее значение альбедо поверхности.

Для большей точности наблюдения следует проводить при ясном небе и при интенсивном солнечном облучении ограждения.

Измерение тепловых потоков

3.6.1.17. В практике теплотехнических исследований ограждающих конструкций измерения величин тепловых потоков, проходящих через них, позволяет определить теплозащитные свойства обследуемых ограждений.

Для измерения тепловых потоков часто применяют тепломеры, основанные на принципе дополнительной стенки.

3.6.1.18. Если коэффициент теплопроводности дополнительной стенки известен, то для определения теплового потока достаточно измерить разность температур на ее поверхности. Тепловой поток в этом случае определяют по формуле

$$q = \frac{\lambda}{\delta}\Delta t,$$

где λ — теплопроводность дополнительной стенки, Вг/(м·°С);
δ — толщина стенки, м;
Δt — падение температуры на дополнительной стенке при прохождении теплового потока.

3.6.1.19. Если коэффициент теплопроводности дополнительной стенки не известен, то производят тарировку тепломера при помощи другого тепломера, характеристика которого заранее известна.

3.6.1.20. При стационарных условиях теплопередачи и сравнительно невысоких температурах величина теплового потока q определяется на основе измерения термоЭДС при помощи потенциометра

$$q = kE,$$

где q — тарировочный коэффициент тепломера;
E — величина измеренной ЭДС.

3.6.1.21. Тепломер, установленный на наружной поверхности ограждающей конструкции, показывает тепловой поток, отдаваемый наружной поверхностью ограждения наружному воздуху, а тепломер, установленный на внутренней поверхности ограждения, показывает тепловой поток, проходящий через внутренние поверхности ограждения.

В стационарных условиях теплопередачи, когда теплосодержание ограждающей конструкции не меняется, тепловой поток, входящий в ограждение, равен тепловому потоку, выходящему из ограждения. В нестационарных условиях теплопередачи, наблюдаемых в натурных условиях это равенство не соблюдается. Недооценка этого факта может привести к грубым ошибкам при экспериментальном определении термического сопротивления конструкции.

Определение теплозащитных качеств ограждающих конструкций

3.6.1.22. Теплозащитные качества ограждающих конструкций характеризуются приведенным сопротивлением теплопередаче R_0 и термическим сопротивлением $R_к$. Их экспериментальное определение основывается на принципе стационарного режима теплопередачи, при котором тепловой поток, проходящий через любое сечение конструкции, перпендикулярное потоку, постоянен. В этом случае имеет место равенство:

$$q = \frac{(t_в - t_н)}{R_0} = \frac{(t_в - \tau_в)}{R_к} = \frac{(\tau_н - t_н)}{R_н};$$

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_в} + \sum_{i=1}^{n} \frac{l_{iк}}{\lambda_{iк}} + \frac{1}{\alpha_н} = R_в + \sum_{i=1}^{n} R_{iк} + R_н;$$

$$R_в = \frac{1}{\alpha_в}; \quad R_н = \frac{1}{\alpha_н}; \quad R_{iк} = \frac{l_{iк}}{\lambda_{iк}},$$

где q — тепловой поток, Вт/м^2;

$R_{iк}$ — термическое сопротивление i-го слоя конструкции, м^2·°С/Вт;

l_i — толщина i-го слоя, м;

$\lambda_{iк}$ — коэффициент теплопроводности *i*-го слоя конструкции, Вт/м·°С;

$\alpha_в$ — коэффициент тепловосприятия внутренней поверхности ограждения, Вт/(м^2·°С);

$\alpha_н$ — коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждения, Вт/(м^2·°С);

$R_в$ — сопротивление тепловосприятию внутренней поверхности ограждения, м^2·°С/Вт;

$R_н$ — сопротивление теплоотдаче наружной поверхности ограждения, м^2·°С/Вт;

$\tau_в$ — температура внутренней поверхности, °С;

$\tau_н$ — температура наружной поверхности, °С.

3.6.1.23. Измеряя величину теплового потока q_1, разность температур внутреннего и наружного воздуха Δt и разность температур внутренней и наружной поверхности ограждения $\Delta\tau$, определяем термическое сопротивление конструкции по формуле

$$R_к = \frac{\Delta\tau}{q_1} - R\frac{\Delta\tau}{\Delta t},$$

где $\Delta t = t_в - t_н$ — разность температур внутреннего и наружного воздуха, °С;

$\Delta\tau = \tau_в - \tau_н$ — разность температур внутренней и наружной поверхностей ограждения, °С;

q_1 — замеренный тепловой поток, Вт/м^2·°С/Вт;

R — термическое сопротивление тепломера, м^2·°С/Вт.

Тепловой поток, замеренный тепломером q_1, несколько отличается от действительного теплового потока q, проходящего через ограждающую конструкцию, так как тепломер является добавочным сопротивлением к исследуемому ограждению и, следовательно, замеренный тепловой поток оказывается несколько меньше действительного потока.

Второй член в формуле отражает влияние термического сопротивления тепломера. Величина истинного теплового потока в этом случае определяется из соотношения

$$q = \frac{\Delta\tau}{R_к}.$$

Сопротивления теплоотдаче $R_н$ и тепловосприятию $R_в$ определяются по формулам:

$$R_н = \frac{\tau_н - t_н}{q};$$

$$R_в = \frac{t_в - \tau_в}{q}.$$

Сопротивление теплопередаче конструкций

$$R_0 = \frac{t_в - t_н}{q}.$$

3.6.1.24. При экспериментальном определении величин R_0 и $R_к$ конструкции с тепловой инерцией D более 1,5 и при явно выраженном нестационарном режиме теплопередачи необходимо учитывать изменения теплосодержания ограждения в период проведения обследования.

При достаточной продолжительности натурных наблюдений (в пределах до 14 дней) влияние изменения теплосодержания ограждения сводится к минимуму, поскольку в этом случае температурная кривая наружного воздуха, как правило, охватывает несколько волн. Однако в тех случаях, когда наблюдения над тепловыми потоками ведутся непродолжительное время (1—2 дня), необходимо учитывать изменение теплосодержания ограждения.

Определение влажностного состояния ограждающих конструкций

3.6.1.25. При натурных обследованиях определение влажности материалов в зависимости от требуемой точности производится различными способами. Наиболее простым и достоверным способом является извлечение из конструкции при помощи шлямбуров пробы материала, помещаемой затем в специальные бюксы. Влажная проба материала непосредственно после извлечения из конструкции взвешивается, а затем высушивается нагреванием в сушильных шкафах до постоянного веса и снова взвешивается.

Массовая (весовая) влажность $W_в$, %, определяется по формуле

$$W_в = \frac{P_1 - P_2}{P_2} 100,$$

где P_1 и P_2 — масса (вес) пробы соответственно до и после высушивания.

При известной плотности материала γ, кг/м^3, объемная влажность $W_{об}$ вычисляется по формуле

$$W_{об} = \frac{W_в \gamma}{1000}.$$

3.6.1.26. Сушка отобранных проб производится в термостатах или сушильных шкафах, где температура поддерживается на уровне 105 °С для всех материалов, за исключением органических и гипсовых, для которых температура сушки должна быть не выше 60—70 °С.

3.6.1.27. При взвешивании проб на аналитических весах навеску следует брать массой не менее 2 г, а взвешивание производить с точностью до 0,001 г; при взвешивании на технических весах вес навески должен быть не менее 10 г при точности взвешивания до 0,01 г.

3.6.1.28. После извлечения из конструкций материала пробы немедленно помещают в бюксы и плотно закрывают крышкой во избежание их усушки до первого взвешивания.

В зимнее время пробы в бюксы укладывают на холоде и закрывают плотно крышкой, так как в теплом помещении на них образуется конденсат. Края крышек бюкс смазывают жиром, самоклеющей лентой или другим паронепроницаемым материалом.

3.6.1.29. Из кирпичных и шлакобетонных конструкций пробы, как правило, отбираются шлямбуром диаметром 8, 10, 12 мм, из деревянных — буром Пресслера.

При слоистых конструкциях пробы следует брать из каждого слоя.

3.6.1.30. В каменных сплошных стенах места взятия проб по сечению конструкции следующие: штукатурка внутренняя, поверхность стены под штукатуркой; в толще стены — через каждые 10—12 см; поверхность стены под наружной штукатуркой; штукатурка наружная. При наличии в стене утеплителя пробы берут и из него.

3.6.1.31. В настоящее время разработан диэлектрометрический метод определения влажности строительных материалов, изделий и конструкций. Он основан на корреляционной зависимости диэлектрической проницаемости материала от содержания влаги в нем при положительных температурах.

3.6.1.32. Измерение влажности производят при помощи электронного влагомера ВСКМ-12 или других влагомеров, отвечающих требованиям ГОСТ 21718.

3.6.1.33. Для проведения измерений влажности материала на его поверхности выбирают чистые ровные участки размером 300×300 мм, на которых не должно быть местных наплывов, вмятин и раковин глубиной более 3 мм и диаметром более 5 мм.

3.6.1.34. Количество участков устанавливают из расчета один участок на 1,5 м поверхности бетона. Температура поверхности бетона должна быть не более 40 °С.

3.6.1.35. Результаты измерений записывают в журнал, который должен содержать следующие данные:

- наименование материала;
- показания влагомера по результатам всех измерений;
- средняя влажность материала.

3.6.1.36. Результаты измерений влажности сопоставляют с требованиями СНиП II-3 или данными, приведенными в таблице 3.9, и на этой основе производят оценку влажностного состояния ограждающих конструкций.

Таблица 3.9 — **Нормальная влажность некоторых материалов наружных ограждающих конструкций**

№ п п	Материал	Плотность γ, кг/м^3	Влажность материала, %	
			массовая	объемная
1	Красный кирпич в сплошных стенах	1800	1,5	2,7
2	Кирпич красный в стенах с воздушной прослойкой	1800	0,5	0,9
3	Кирпич силикатный	1900	2,5	4,8
4	Бетон тяжелый	2000	1,5	3,0
5	Шлакобетон	1300	3,0	3,9
6	Керамзитобетон	1000	6,0	6,0
7	Пенобетон в наружных стенах	700	10,0	7,0
8	Пеностекло	350	3,0	1,1
9	Штукатурка известково-песчаная	1600	1,0	1,6
10	Шлак топливный в засыпке	750	3,5	2,6

Окончание таблицы 3.9

№ п п	Материал	Плотность γ, кг/м³	Влажность материала, %	
			массовая	объемная
11	Минераловатные плиты	200	2,0	0,4
12	Дерево (сосна)	500	15	7,5
13	Фибролит цементный	350	15	5,2
14	Торфоплиты	225	20	4,5
15	Пенополистирол	25	5	0,12

Определение воздухопроницаемости ограждающих конструкций

3.6.1.37. Современные методы экспериментального определения воздухопроницаемости материалов и конструкций основаны на том, что в результате искусственно создаваемого избыточного давления или разрежения через образец материала или конструкции, заключенного в особую обойму, проходит воздушный поток, замеряемый счетчиком; в то же время замеряется избыточное давление или разрежение, поддерживаемое в продолжении испытаний на определенном уровне.

3.6.1.38. Обследование воздухопроницаемости стыковых соединений наружных стеновых панелей производят при помощи приборов типа ИВС-3 или ДСК-3.

3.6.1.39. Испытание на воздухопроницаемость проводят при разности давлений 100, 50, 30, 10, 5 Па, начиная от бóльших значений. Испытания при каждой разности давлений длятся 5 мин после стабилизации давления. Время отсчитывают по секундомеру, записывают показания манометра и счетчика расхода воздуха через каждую минуту. Температуру отсасываемого воздуха измеряют в начале и по окончании испытаний.

По средним значениям расхода воздуха G, кг/м·ч, при разности давлений ΔP, Па, строят график зависимости $G = f(\Delta P)$. По графику находят коэффициент воздухопроницаемости стыка G_c, который определяется расходом воздуха в килограммах через 1 м стыка при $\Delta P = 10$ Па. Воздухопроницаемость должна быть не более величин, приведенных в таблице 3.10.

Таблица 3.10 — **Нормативная воздухопроницаемость $G^н$ ограждающих конструкций зданий и сооружений (СНиП II-3)**

Вид ограждающей конструкции	$G^н$ кг/(м²·ч), не более
Наружные стены, перекрытия и покрытия жилых, общественных, административных зданий и сооружений	0,5
Наружные стены, перекрытия и покрытия производственных зданий и помещений	1,0
Стыки между панелями наружных стен:	
жилых зданий	0,5
производственных зданий	1,0
Входные двери в квартиры	2,5
Окна и балконные двери жилых, общественных и бытовых зданий, окна производственных зданий с кондиционированием воздуха	6,0
Окна, двери и ворота производственных зданий	8,0
Зенитные фонари производственных зданий	10,0

3.6.1.40. Для определения воздухопроницаемости оконного заполнения устанавливают обойму, размеры которой должны быть такими, чтобы охватить по периметру всю площадь светопроема. Разрежение под обоймой создают одним или несколькими бытовыми пылесосами. В остальном методика испытаний такая же, как при определении воздухопроницаемости стыков.

Обработка результатов измерений заключается в определении расхода воздуха через площадь окна или через 1 м сопряжения оконного блока со стеной и построении зависимости расхода воздуха от перепада давлений. Площадь окна для вычисления коэффициента воздухопроницаемости принимают равной площади оконного проема с наименьшим размером в свету.

3.6.1.41. Воздухопроницаемость стеновых конструкций проверяют аналогичной установкой, состоящей из рабочей обоймы размером 0,5×0,5 м с тремя штуцерами, защитной обоймы размером 1,2×1,2 м с двумя штуцерами и тремя отверстиями для вывода штуцеров рабочей обоймы. Установка комплектуется также двумя регуляторами, двумя микроманометрами и термопарами. Методика испытания такая же, как при определении воздухопроницаемости стыков.

3.6.1.42. Результаты испытаний сравнивают с данными таблицы 3.10 и на этой основе дают оценку воздухопроницаемости ограждающих конструкций.

В таблице 3.10 приведены нормируемые значения воздухопроницаемости $G^н$, кг/(м^2·ч), ограждающих конструкций зданий и сооружений.

3.6.2. Обследование наружных стен

3.6.2.1. Определение технического состояния стеновых конструкций производится визуально и путем инструментальных обследований.

3.6.2.2. При визуальном осмотре конструкций определяют:

- для каменных (кирпичных) и блочных стен — их конструктивную схему (несущие, самонесущие или навесные) и вид материалов, тип кладки, толщину швов;
- для панельных стен — тип панелей, наличие и состояние закладных деталей;
- для монолитных стен — их конструктивное решение и вид используемых материалов;
- состояние участков опирания ферм, прогонов, балок плит на стены;
- состояние осадочных температурных швов;
- состояние защитных покрытий;
- наличие дефектных участков, трещин, отклонений от вертикали, а также разрушение фактурного и защитного слоев, проницаемость швов, коррозию арматуры и закладных деталей панелей;
- наличие высолов, потеков, конденсата, пыли и др.; их распространение и причины появления;
- состояние стыков и узлов сопряжений, обрамлений оконных и дверных проемов;
- вид и состояние гидроизоляции стен, ее расположение по отношению к отмостке.

Производится также проверка состояния защитных устройств, водоотводящих устройств крыш (желобов, труб, карнизных свесов), подоконных сливов и т.д. В местах разрушения указанных защитных устройств определяется состояние несущих элементов стен.

3.6.2.3. Выявление трещин производится при визуальном осмотре, а скрытые под штукатурным слоем трещины определяются путем простукивания молотком с очисткой поверхности кладки от штукатурного слоя, а также путем вскрытия глубинных слоев кладки.

При обнаружении трещин в стеновых конструкциях определяются характер и вид трещин, причины появления, их количество, ширина раскрытия, протяженность и глубина. Замеры величин трещин и наблюдение за их развитием производятся в соответствии с указаниями данного раздела.

3.6.2.4. Определение кинетики развития деформаций стен осуществляется путем их многократных измерений через определенные интервалы времени в зависимости от скорости развития деформаций.

Отклонение стен от вертикали производится замером абсолютных величин отклонения, измерение которых производится в соответствии с указаниями данного раздела.

3.6.2.5. При обследовании технического состояния каменной (кирпичной) кладки стен фиксируются:

- наличие волосяных трещин, пересекающих количество рядов кладки;
- вертикальные и косые трещины (независимо от величины раскрытия);
- образование вертикальных трещин между продольными и поперечными стенами;
- размораживание и выветривание кладки, отделение облицовки;
- наклоны и выпучивание стен в пределах этажа;
- раздробление камня или смещение рядов кладки по горизонтальным швам;
- степень коррозии металлических затяжек, разрывы или выдергивание стальных связей и анкеров, кренящих стены к колоннам и перекрытиям;
- для панельных стен — тип панелей, наличие и состояние закладных деталей, состояние осадочных и температурных швов.

Особое внимание надо уделять состоянию пароизоляционных слоев и гидроизоляции в плоскости сопряжения стены с конструкцией фундамента и цоколя. Производится также проверка защитных устройств, неисправность которых вызывает разрушение стен: водоотводящих устройств крыши (желобов, труб, карнизных свесов), отмосток по периметру зданий и т.д.

3.6.2.6. Глубина разрушения раствора в швах кирпичной кладки определяется с помощью щупа. В панельных стенах трещины в материале определяются визуально с замером ширины раскрытия трещин или выявляются путем измерения воздухопроницаемости конструкций по методике, изложенной в разделе 3.6.1.

3.6.2.7. Оценка категории технического состояния каменных стен по внешним признакам производится в соответствии с данными, приведенными в таблице приложения 2, а технического состояния железобетонных панелей — по таблице приложения 1.

3.6.2.8. При обследовании конструкций стен важным является изучение факторов, определяющих их долговечность и теплотехнические качества: влажностное состояние, водо-, воздухопроницаемость, сопротивление теплопередаче конструкций. Методы определения указанных факторов приводятся в разделе 3.6.1 настоящей методики.

3.6.2.9. Инструментальное определение прочностных характеристик стеновых каменных конструкций производится по методике и рекомендациям разделов 3.2 и 3.3 настоящей методики.

3.6.2.10. Определение прочностных характеристик материалов кирпичных стен (кирпича, раствора) производится также путем лабораторных испытаний отобранных из кладки образцов согласно указаниям ГОСТ 10180; 5802 и 12730.0. Отбор проб материалов кладки целесообразно производить из простенков, если это не вызывает их значительного ослабления, в противном случае — из подоконной кладки в непосредственной близости от простенков.

Для испытаний на прочность при сжатии и изгибе, как правило, должны отбираться целые кирпичи с неразрушенными гранями и углами.

3.6.2.11. Определение прочности бетона в панелях может производиться как путем отбора проб бетона из конструкций, так и неразрушающими методами в соответствии с указаниями раздела 3.2.

3.6.2.12. Пробы материалов стен производственных зданий с агрессивными средами подвергаются химическому анализу, которым выявляют характеристику pH среды водной вытяжки, количество химических реагентов, характерных для данного производства, количество и состав растворимых солей.

3.6.2.13. Полученные данные о весовой влажности проб сопоставляются с соответствующими нормативными величинами, указанными в СНиП II-3, которые ограничивают содержание влаги в ограждениях к началу и концу периода влагонакопления (период с отрицательными среднесуточными температурами).

3.6.2.14. На основании полученных при обследовании результатов производят поверочные расчеты в соответствии с требованиями СНиП II-3, СНиП 2.03.01, в результате которых делается заключе-

ние о соответствии показателей стеновых конструкций нормативным требованиям, и при необходимости разрабатываются рекомендации по обеспечению их эксплуатационных качеств.

3.6.3. Обследование покрытий и кровель

3.6.3.1. Техническое состояние конструкций покрытий определяется состоянием их несущей и ограждающей частей.

Вопросы обследования несущей части покрытий рассмотрены в разделах 3.2—3.5, поэтому в настоящем разделе рассматриваются только вопросы натурных обследований ограждающей части покрытия.

3.6.3.2. Визуальный осмотр покрытия производят как со стороны кровли, так и со стороны помещений. При этом определяют:

- конструктивную схему покрытия, карнизных узлов и закладных деталей креплений;
- состояние покрытия, наличие коррозии бетона и арматуры, состояние узлов опирания плит покрытия на несущие элементы (ферм, балок и др.);
- состояние осадочных и температурных швов;
- состояние защитных покрытий;
- толщину элементов покрытия и кровли;
- наличие дефектных участков (трещин, пробоин, прогибов), высолов, потеков, конденсата, пыли, их распространение и причины появления;
- условия эксплуатации покрытия, состояние систем водоотвода (в том числе лотков, желобов и водоприемных воронок и т.п.), размеры пылевых и снеговых отложений, водозастойные участки;
- состояние изоляции у мест примыкания к выступающим конструкциям или инженерному оборудованию и правильность закрепления защитных металлических фартуков и свесов.

3.6.3.3. При обследовании кровель из рулонных материалов изучаются:

- состояние защитного слоя, крупнозернистой подсыпки, а также наличие запыления или заиливания участков кровель;
- состояние изоляции у мест примыкания к выступающим конструкциям или инженерному оборудованию и правильность закрепления защитных металлических фартуков и свесов;
- состояние изоляции в местах пропуска через кровлю водосточных воронок, оттяжек, ограждений и т.п.;

• просадка участков кровель, механические повреждения кровель в местах перепада высот; фактический уклон кровли и его соответствие проектным данным;

• соответствие направления приклейки уклонам кровли и проекту; состояние поверхности изоляционных слоев — вмятины, воздушные и водяные мешки и потеки мастик в швах;

• детали сопряжения кровли с выступающими элементами на покрытиях (фонарные конструкции, вентиляционные шахты, парапеты и т.п.). При этом определяются величины подъема ковра на вертикальную стенку, выявляются случаи растрескивания ковра, губчатость и оплывание приклеивающих мастик, надежность заделки ковра в местах примыканий.

3.6.3.4. При натурных обследованиях кровель из рулонных материалов для установления фактического состава кровли и состояния тепло- и гидроизоляционных слоев производят ее вскрытие, в результате чего устанавливают состояние и влажностный режим теплоизоляции, прочность приклейки пароизоляционного и гидроизоляционного слоев к основанию, величину нахлестки полотнищ и состояние выравнивающих слоев.

3.6.3.5. Количество вскрытий кровли назначают в соответствии с конкретными задачами исследований. Вскрытие защитного слоя рулонной кровли и стяжки выполняют на площади примерно 30×30 см. Составляют эскизы конструкций с послойным описанием материалов и замеренной толщиной каждого слоя. Одновременно производят отбор проб материалов для определения их влажности и физико-технических характеристик.

Вскрытие кровельного ковра допускают только при отсутствии атмосферных осадков. По окончании работ немедленно заделывают места вскрытий.

3.6.3.6. При обследовании металлических кровель следует проверить состояние окраски, плотность фальцев, разжелобков, свесов и крепление их к костылям, состояние настенных желобов, лотков и воронок водосточных труб, наличие пробоин в кровле, в особенности в настенных желобах и возле стоячих фальцев, состояние покрытий брандмауэров, дымовых и вентиляционных труб.

3.6.3.7. Для кровель из штучных материалов (черепицы, асбестоцементных листов и др.) дополнительно выявляют:

• величины продольных и поперечных нахлесток и свеса за карнизную доску;

• соответствие количества и размещение креплений проекту; примыкания к выступающим над кровлей частям;

• наличие фартуков в местах примыканий к вертикальным конструкциям и воротников из оцинкованной стали к трубам;

• качество заделки зазоров между отделкой ендов, разжелобков и примыкающей поверхностью кровли;

• покрытие коньков и ребер фасонными элементами; плотность прилегания элементов кровель к обрешетке; наличие и состояние компенсационных швов, рабочих ходов по кровле.

3.6.3.8. Определение теплотехнических качеств покрытий производится в зимний период по методике, изложенной в разделе 3.6.1 настоящей методики.

3.6.3.9. В зависимости от задач обследований конструкции покрытия и кровли при лабораторных испытаниях материалов кроме влажности теплоизоляционного материала определяют также прочность, плотность, водопоглощение, свойства гидро-, пароизоляционных слоев в соответствии с требованиями ГОСТ 2678, ГОСТ 23835 и ГОСТ 26589.

3.6.3.10. Отбор проб утеплителя конструкций покрытий следует производить весной, к концу периода влагонакопления, и в конце летнего периода. При этом из утеплителя вырезают призму размером 10×10 см на всю толщину утеплителя и помещают в полиэтиленовый пакет. На место отобранной пробы укладывают утеплитель из минеральной ваты, пенополистирола или аналогичных теплоизоляционных материалов.

3.6.3.11. Результаты натурных обследований сопоставляют с требованиями СНиП II-26 и соответствующих ГОСТов на кровельные гидроизоляционные и герметизирующие материалы и изделия и на этой основе дают оценку технического состояния покрытий и разрабатывают рекомендации по восстановлению их эксплуатационных качеств.

3.6.4. Обследование полов

3.6.4.1. Состав работ по обследованию конструкций полов существенно зависит от назначения помещения и условий их эксплуатации.

Учитывая широкий диапазон видов и характер воздействий на полы различных гражданских и производственных зданий, при определении эксплуатационных требований следует руководствоваться СНиП 2.03.13 и СНиП II-3.

3.6.4.2. При выявлении условий эксплуатации полов основных помещений производственных зданий определяют характер и интенсивность следующих видов воздействий: механических, тепловых и жидкостей.

3.6.4.3. Механические воздействия характеризуются размерами зоны движения пешеходов, безрельсовых транспортных средств и величиной их давления на пол, интенсивностью и силой ударных воздействий различных предметов при производственных процессах.

3.6.4.4. Тепловые воздействия характеризуются размерами зон, температурой и цикличностью их действий.

Воздействие жидкостей различной степени агрессивности характеризуется размерами зон постоянного, периодического и случайного воздействий, возникших при производственных процессах и при ремонте технологического оборудования.

Степень агрессивного воздействия жидкости на конструкцию пола устанавливается в соответствии со СНиП 2.03.11. В соответствии с назначением помещений дополнительно к указанным предъявляются требования по пылеотделению, диэлектричности, безыскровости, износостойкости, гладкости, декоративным качествам и др.

3.6.4.5. В помещениях с длительным пребыванием людей регламентируется свойство теплопоглощения пола, характеризуемое величиной показателя тепловой активности (теплоусвоения) пола. Экспериментальное определение этого показателя производится в соответствии с ГОСТ 25609.

3.6.4.6. Оценка технического состояния конструкции пола производится путем визуальных — по внешним признакам и инструментальных обследований.

При визуальном обследовании фиксируют места и характер видимых разрушений (выбоин, щербин, трещин и т.п.). Определяют размеры разрушенных участков покрытия, глубины повреждений, состояние узлов примыкания полов к другим строительным конструкциям, трубопроводам и технологическому оборудованию, участки застоя жидкостей. Для покрытий из штучных материалов визуально определяется также состояние швов: степень заполнения, разрыхление и наличие отслоения материала шва от покрытия и по-

крытия от нижележащего слоя. Прогиб и зыбкость деревянного пола, а также наличие повреждения клепок указывают на возможное развитие грибковых и жучковых вредителей.

3.6.4.7. Определение типа покрытия и конструктивного решения пола производится вскрытием, а также на основании изучения технической документации.

При этом фиксируют назначение и размеры каждого слоя конструкций, а также указывается материал, из которого они выполнены.

В помещениях производственных зданий со средней и большой интенсивностью воздействия жидкостей на пол проверяются уклоны полов. При бесшовных покрытиях и покрытиях из плит (кроме бетонных) уклон пола должен быть в пределах 0,5—1 %; при покрытиях из брусчатки, кирпича и бетонов всех видов — 1—2 %. Направление уклонов должно быть таким, чтобы сточные воды стекали в лотки, каналы и грапы, не пересекая проездов и проходов.

3.6.4.8. При инструментальном обследовании определяют физико-технические характеристики каждого слоя пола: прочность, адгезию, влажность, степень стойкости к агрессивной среде и другие показатели в зависимости от конкретных требований, предъявляемых к полам рассматриваемых помещений, с учетом указаний СНиП 2.03.13.

3.6.4.9. Наиболее важным эксплуатационным показателем покрытия пола является его несущая способность и деформативность под действием сосредоточенных и распределенных нагрузок. Этот показатель имеет особенно важное значение для полов с покрытием из полимерных материалов (линолеум, пластмассовые плитки др.), так как они обладают текучестью под воздействием сосредоточенных нагрузок, особенно при повышенных температурах.

3.6.4.10. Определение деформативности пола под сосредоточенной нагрузкой производят с помощью прибора-деформатора, разработанного в НИИМосстрое. Прибор позволяет создать постоянное или постепенно увеличивающееся давление на испытываемую конструкцию, измерить величину осадки, определить нагрузку, при которой происходит разрушение, и выявить общую картину деформации.

3.6.4.11. В натурных условиях водостойкость пола определяют проверкой его деформативности путем увлажнения и высушивания покрытия или всей конструкции пола.

Для определения водостойкости испытываемый участок пола засыпают мокрыми опилками (влажностью 200—250 %). На протя-

жении суток опилки периодически в течение 1 ч увлажняются, а затем в течение 1 ч высушиваются.

После этого проверяется деформативность пола прибором, указанным в п. 3.6.4.10. Осадка пола под действием сосредоточенных нагрузок не должна превышать нормативных величин.

3.6.4.12. Износостойкость материалов покрытия полов определяется в лабораторных условиях по абразивному износу на специальных стендах с учетом требований ГОСТ 23.204 и ГОСТ 23.208.

Прочностные характеристики бетонных и каменных полов определяют по рекомендациям разделов 3.2 и 3.3.

3.6.4.13. При полах с покрытием из рулонных, плиточных и штучных материалов проверяют наличие отслоения путем простукивания молотком покрытия пола.

3.6.4.14. Полученные результаты обследований сопоставляют с требованиями СНиП 2.03.13 и соответствующих ГОСТов на материалы для полов и при необходимости разрабатывают рекомендации по восстановлению их эксплуатационных качеств.

3.6.5. Обследование светопрозрачных конструкций

3.6.5.1. Целями обследований технического состояния светопрозрачных конструкций (окон, фонарей) зданий являются определение светотехнических и теплотехнических качеств конструкций и влияние воздействия внешней и внутренней среды на долговечность их элементов, а также установление соответствия площади и расположения светопроемов нормативным требованиям.

3.6.5.2. Оценка технического состояния светопрозрачных конструкций производится визуальным путем — по внешним признакам, инструментальными обследованиями и лабораторными испытаниями образцов элементов конструкций.

3.6.5.3. При визуальном обследовании выявляют дефекты и повреждения элементов светопрозрачных конструкций, эффективность работы приборов открывания, состояние деревянных и пластмассовых элементов — их коробление, разбухание и разрушение, состояние металлических переплетов — их коррозию, деформацию и механические повреждения, состояние уплотнителей, наличие щелей между элементами светопрозрачных конструкций, неплотности притворов, проникновение конденсационной влаги в примыкающих участках стен и покрытий, повреждение отливов на наружных створках оконных переплетов и др.

Следует особое внимание уделять соответствию площади и месторасположения светопроемов требованиям СНиП 23-05.

3.6.5.4. При инструментальном обследовании определяют физико-технические показатели светопрозрачных конструкций: сопротивление теплопередаче, сопротивление воздухопроницанию, коэффициент светопропускания, а также температурное поле по всей поверхности конструкции с целью установления зоны возможного образования конденсата или инея при расчетных температурах наружного воздуха.

3.6.5.5. Определение степени воздухопроницаемости конструкций производится в соответствии с методикой, приведенной в п. 3.6.1, с учетом указаний ГОСТ 25891.

3.6.5.6. Коэффициент светопропускания стекла τ определяется как отношение прошедшего через стекло светового потока E_1 к падающему на наружную его поверхность потока E_2

$$\tau = \frac{k_1 E_1}{k_2 E_2} = k \frac{E_1}{E_2},$$

где k_1 и k_2 — тарировочные коэффициенты люксметров;

k_2 — коэффициент сравнения люксметров.

Измерение потоков E_1 и E_2 производится синхронно двумя люксметрами прикладыванием фотоэлементов (датчиков) люксметров к наружной и внутренней поверхностям стекол. Коэффициенты светопропускания измеряются для загрязненных стекол и после очистки их поверхности. Для этого выбираются не менее трех светопроемов в каждой характерной (по высоте и в плане) зоне помещений. Для каждого случая производятся три измерения.

3.6.5.7. При применении в качестве светопропускающего элемента специальных стекол (с аэрозольными покрытиями, теплопоглощающее стекло и др.) важным является определение соотношения коэффициентов светопропускания и солнечной радиации.

3.6.5.8. Коэффициент пропускания солнечной радиации определяется для рассеянной (при пасмурном небе) и суммарной (при ясном небе) радиации. Измерение интенсивности солнечной радиации производят одновременно двумя пиранометрами или альбедометрами, один из которых показывает величину радиации, падающей на наружную поверхность стекла, второй — величину прошедшей радиации.

Коэффициент **пропускания солнечной радиации** τ_c **определяется** по формуле

$$\tau_c = \frac{k_1 S_1}{k_2 S_2} = k \frac{S_1}{S_2},$$

где S_1, S_2 — интенсивность соответственно падающей и прошедшей через стекла солнечной радиации;

k_1 и k_2 — тарировочные коэффициенты;

k — коэффициент сравнения альбедометров или пиранометров.

3.6.5.9. Определение приведенного сопротивления теплопередаче светопрозрачных конструкций (окон, фонарей) производится по методике, изложенной в разделе 3.6.1, с учетом указаний ГОСТ 26602.

Для оценки теплозащитных качеств светопрозрачных конструкций кроме определения сопротивления теплопередаче следует также установить зоны возможного образования конденсата, инея на элементах светопрозрачных конструкций (на глади стекол, междустекольном пространстве, на переплетах, в стыковых соединениях и т.п.) путем измерения распределения температуры на указанных элементах в зимних условиях эксплуатации при температуре наружного воздуха, близкой к ее расчетной величине в данном районе.

Фактические эксплуатационные качества светопрозрачных конструкций, выявленные в результате натурных обследований, сопоставляются с требованиями СНиП II-3, СНиП 23-05 и ГОСТ 23344, ГОСТ 11214, ГОСТ 12506, и на этой основе дается оценка их технического состояния и разрабатываются рекомендации по ремонту и восстановлению их эксплуатационных качеств.

4. ОБСЛЕДОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

4.1. При обследовании систем водяного и (или) парового отопления и систем теплоснабжения (внутренние сети) следует проверить:

- соответствие установленного оборудования и использованных материалов рабочей документации, требованиям нормативных документов и каталожным данным, соответствие выполненного монтажа рабочей документации;
- герметичность систем;
- производительность и давление, развиваемые насосами;
- балансировку роторов насосов, качество сальниковой набивки, исправность пусковых устройств, степень нагрева электродвигателя.

4.2. Герметичность систем устанавливается либо путем их визуального осмотра, либо по результатам гидростатических (гидравлических) испытаний. Испытания при отключенных источниках теплоснабжения и расширительных сосудах следует проводить гидравлическим давлением при положительных температурах наружного воздуха или пневматическим давлением при отрицательных температурах наружного воздуха:

а) гидростатическим давлением, равным 1,5 рабочего давления, но не менее 0,2 МПа в самой нижней точке системы, причем система признается выдержавшей испытание, если падение давления не превысит 0,02 МПа при отсутствии течи в сварных швах, трубах, резьбовых соединениях, арматуре, отопительных приборах и другом оборудовании в течение 5 мин от достижения пробного давления;

б) пневматическим давлением — пробным избыточным давлением 0,15 МПа, причем система признается выдержавшей испытание, если в течение 5 мин падение давления не превысит 0,01 МПа.

4.3. Испытания паровых систем отопления и теплоснабжения с рабочим давлением до 0,07 МПа проводятся гидравлическим давлением, равным 0,25 МПа в нижней точке системы; системы с рабочим давлением более 0,07 МПа — гидростатическим давлением, равным рабочему давлению плюс 0,1 МПа, но не менее 0,3 МПа в верхней точке системы; система признается выдержавшей испытание, если в течение 5 мин падение давления не превысит 0,02 МПа

при отсутствии течи в сварных швах, трубах, резьбовых соединениях, арматуре и отопительных приборах.

Системы парового отопления после гидростатических или пневматических испытаний должны быть проверены путем пуска пара с рабочим давлением системы. При этом утечка пара не допускается.

4.4. Тепловое испытание систем отопления и теплоснабжения при положительной температуре наружного воздуха допускается проводить при температуре воды в подающих магистралях систем не менее 60 °С, а при отрицательной температуре наружного воздуха — при температуре теплоносителя в подающем трубопроводе, соответствующей температуре наружного воздуха по температурному графику, но не менее 50 °С, и величине циркуляционного давления в системе согласно рабочей документации.

При тепловом испытании систем отопления проверяется равномерность прогрева отопительных приборов (на ощупь).

4.5. При обследовании систем воздушного отопления, вентиляции и кондиционирования следует проверить:

- соответствие установленного оборудования и использованных материалов рабочей документации требованиям нормативных документов и каталожным данным, соответствие выполненного монтажа рабочей документации;
- герметичность систем;
- балансировку колес вентиляторов, исправность пусковых устройств, степень нагрева электродвигателя;
- производительность и давление, развиваемые вентиляторами;
- производительность ответвлений систем;
- производительность местных отсосов;
- производительность вытяжных устройств естественной вентиляции;
- излучаемую звуковую мощность в обслуживаемых помещениях и в окружающей среде.

4.6. Проверка на герметичность воздуховодов систем вентиляции, кондиционирования и воздушного отопления проводится в соответствии с ГОСТ 12.3.018.

Отклонение показателей по расходу воздуха от предусмотренных проектом допускается:

- +10 % — по расходу воздуха, проходящего через воздухораспределительные и воздухоприемные устройства установок общеоб-

менной вентиляции и кондиционирования воздуха при условии обеспечения требуемого подпора (разрежения) воздуха в помещении;

• +10 % — по расходу воздуха, удаляемого через местные отсосы и подаваемого через душирующие патрубки.

На каждую систему составляется паспорт в соответствии со СНиП 3.05.01 и с учетом звуковой мощности.

4.7. Места измерений расходов и давления воздуха в системах должны быть нанесены на схемах воздуховодов. Результаты измерений вносят в паспорта систем.

4.8. Расход воздуха в системе определяется по результатам измерений расхода воздуха на всасывание или нагнетание вентилятора с учетом удобства проведения замеров. Если условия для замеров в сечениях до и после вентилятора одинаковы, то производительность вентилятора определяют как среднее арифметическое значение расходов в этих сечениях. Расхождение между расходом воздуха для сечения до вентилятора и после него не должно превышать 5 %.

4.9. Полное давление, развиваемое вентилятором при его испытании в сети, определяется как сумма значений полных давлений, замеренных до и после вентилятора.

4.10. В сечениях до и после вентилятора должны быть замерены полное, динамическое и статическое давления.

В том случае, когда непосредственно до и после вентилятора имеются местные сопротивления, искажающие воздушный поток, замеры давлений должны быть сделаны в сечениях, расположенных за соответствующими местными сопротивлениями на прямолинейных участках. При этом для определения полного давления, развиваемого вентилятором, к полученным результатам замеров следует прибавить расчетные потери давления на участке между сечением, в котором произведен замер, и сечением входного и выходного отверстий вентилятора.

4.11. Частота вращения колеса вентилятора измеряется тахометром.

4.12. Аэродинамическое испытание сети воздуховодов проводится после предварительного ее осмотра.

4.13. С помощью пневмометрических трубок и микроманометра, иногда анемометров, определяют:

• фактические расходы воздуха в основании всех ветвей сети, во всех воздухоприемных и воздуховыпускных отверстиях, до и после

пылеулавливающих устройств, увлажнительных камер и калориферных установок;

• сопротивления проходу воздуха в калориферных установках, пылеулавливающих устройствах, увлажнительных камерах и местных отсосах;

• скорость выхода воздуха из приточных отверстий.

В каждой точке замера определяют значения трех давлений (статического, полного и динамического) и температуру воздуха, для которой определяется плотность ρ, кг/м^3.

Расход воздуха в воздуховоде определяется по среднему значению скорости, вычисленной на основании замеренной величины динамического давления.

Скорость движения воздуха определяется по формуле

$$V = \sqrt{\frac{2P_{дин}}{\rho}},$$

где $P_{дин}$ — давление динамическое, Па.

4.14. Сопротивление проходящему воздуху вентиляционного оборудования (калориферов, фильтров и т.д.) в вентиляционной сети определяется разностью полных давлений, замеренных до и после этого оборудования. В случае равенства площадей сечения камеры, воздуховода в точках замеров сопротивление определяется разностью статических давлений в этих точках.

4.15. В результате аэродинамического испытания должны быть определены имеющиеся в сети подсосы или непроизводительные потери воздуха.

Общий объем подсосов или потерь воздуха определяется как разность между фактической производительностью вентилятора и суммарным объемом воздуха, проходящего через все воздуховыпускные или воздухоприемные устройства. Эта разность не должна превышать 10 % фактической производительности вентилятора.

4.16. На основании сопоставления фактических технических характеристик систем ОВК с данными проекта и каталогов оборудования выявляются содержание и объем работ по реконструкции этих систем здания.

5. ЭНЕРГОАУДИТ ЗДАНИЙ

5.1. Общие положения

5.1.1. Энергоаудит является частью комплексного обследования и одним из важнейших элементов планирования реконструкции объекта.

Энергоаудит — теплоэнергетическое обследование, процедура проверки данных по энергоресурсопотреблению конкретного объекта с целью получения информационной базы для проведения проектно-изыскательских работ по его рационализации с вовлечением данных по техническому состоянию объекта, в том числе уровню его эксплуатации и управления, его финансово-экономическому состоянию.

Энергоаудит является эффективным средством энергоресурсосбережения, позволяющим определить качество использования ресурсов, установить места их основных потерь и наметить мероприятия по их устранению, определить сроки их выполнения и экономическую эффективность. Профессиональный подход к решению задач энергоресурсосбережения позволяет существенно, в некоторых случаях в 2—3 раза, снизить издержки при эксплуатации зданий.

Энергоаудит может рассматриваться как элемент энергетического мониторинга, т.е. наблюдения за энергоресурсопотреблением объекта в процессе выявления и реализации резервов энергоресурсопотребления.

5.1.2. Цель энергоаудита — определить, как энергия используется на данном объекте и какие меры способствуют сокращению расходов энергии или улучшению ее использования.

5.1.3. Применительно к строительным объектам, зданиям энергоаудит, как правило, включает обследование потребления тепловой и электрической энергии, топлива, в том числе газа и воды. При этом осуществляется сопоставление расходов энергии в системах их жизнеобеспечения в период эксплуатации — системах отопления, вентиляции (кондиционирования), водоснабжения, канализации, освещения и т.п. с проектной документацией, требованиями нормативных документов, передовыми техническими решениями, мировым уровнем.

5.1.4. Рост энергетической составляющей затрат в себестоимости продукции и накладных расходах зданий любого назначения определяет необходимость обращать особое внимание при их реконструкции на эффективное использование энергетических и материальных ресурсов в период их дальнейшей эксплуатации.

5.1.5. В систему энергоаудита, как правило, входит комплекс следующих мероприятий:

- изучение и анализ строительной, инженерной и финансово-экономической документации здания;
- проведение обследований с измерением основных энергетических характеристик оборудования, коммуникаций, зданий;
- разработка программы реализации энергосберегающих технологий и мероприятий;
- сопровождение и анализ хода выполнения программы энергосбережения;
- тестирование и обучение эксплуатационного персонала здания.

5.1.6. Программа энергосбережения включает систему срочных затратных мероприятий и перспективных мер, требующих инвестиций. Программы энергосбережения можно условно разделить на:

- краткосрочные — со сроком окупаемости инвестиций до 1,5 лет;
- среднесрочные — со сроком окупаемости до 5 лет;
- долгосрочные — со сроком окупаемости свыше 5 лет.

В большинстве реконструируемых зданий значительный экономический эффект может быть получен за счет реализации краткосрочных и среднесрочных программ.

5.2. Состав и назначение теплоэнергетического обследования

5.2.1. Теплоэнергетическое обследование состоит из двух разделов:

- изучение потоков энергии в здании;
- разработка рекомендаций по эффективному использованию энергии.

5.2.2. Возможно выполнение энергоаудита трех уровней:

- на базе анализа проекта;
- на базе анализа проекта, дополненного измерениями ряда параметров;
- на базе инструментальных обследований.

5.2.3. В зависимости от уровня проведения энергоаудит включает определение показателей, представленных в таблице 5.1.

Таблица 5.1 — **Элементы энергоаудита различных уровней**

Элементы энергоаудита	Уровень энергоаудита		
	1	2	3
Расход энергии и удельные характеристики	X[1]	X[1]	X
Предварительная оценка инженерных систем и ограждающих конструкций, опрос обслуживающего персонала[2]	X	X	X
Проектная документация	X	X	X
Опрос жителей дома, служащих, рабочих		X	X
Измерения, минимальный уровень		X	
Измерения, требуемый уровень			X
Баланс тепла		X[1]	X[1]
Потенциал экономии	X	X	X
Общие соображения по инвестиционным предложениям		X	
Инвестиционные предложения			X

[1] Возможно при наличии счетчиков тепла, воды и электроэнергии.
[2] Оценка состояния ограждающих конструкций — см. раздел 3.6.

5.2.3.1. Расход энергии определяется по методике раздела 5.3.

5.2.3.2. Удельные характеристики расхода энергии, воды и топлива представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2

Удельные характеристики	Единицы измерения
Тепло	Гкал/м^2·год; Гкал/м^3·год; кВт·ч/м^2·год; кВт·ч/м^3·год Гкал/град·сутки; кВт·ч/градусо-сутки
Электричество	кВт ч/м^2·год; кВт·ч/м^3·год
Топливо:	
газ	нм^3/м^2·год; нм^3/м^3·год
жидкое	л/м^2·год; л/м^3·год; кг/м^2·год; кг/м^3·год
Бытовая вода	л/чел.год; л/м^2·год; л/м^3·год

5.2.3.3. Предварительная оценка инженерных систем включает их визуальный осмотр и проверку работоспособности. На основании опроса жителей, рабочих и служащих, обслуживающего персонала и визуального осмотра выявляются следующие дефекты инженерных систем:

- имеются ли проблемы с влажностью ограждений зимой, имеются ли промерзания;
- какова воздухопроницаемость окон и дверей, имеются ли сквозняки;
- какие источники тепла, электроэнергии, воды, топлива используются;
- имеются ли перебои в отоплении, водо-, электроснабжении;
- каковы системы управления инженерными системами и их техническое состояние;
- имеются ли помещения с «недотопом» или с «перетопом», имеются ли «горячие» места, имеется ли потребность в охлаждении;
- достаточно ли давление в водопроводе;
- необходим ли срочный ремонт инженерных систем.

5.2.3.4. Проводится анализ (с точки зрения эффективного использования энергии) следующей проектной документации:

- чертежи здания — планы и разрезы;
- теплотехнические характеристики ограждающих конструкций;
- схемы отопления и вентиляции, водоснабжения, электроснабжения и автоматизации;
- схема котельной;
- основное установленное инженерное оборудование.

При анализе проектной документации следует убедиться, что она соответствует фактическому положению на момент проведения обследований, и в случае необходимости внести соответствующие коррективы.

5.2.3.5. Опрос пользователей (жителей дома, служащих, рабочих) целесообразно сочетать с проведением измерений показателей микроклимата.

Пользователи — ценный источник информации по комфорту и качеству внутреннего воздуха, при этом достаточно опросить 10—20 % пользователей.

Из опроса пользователей, как правило, следует выяснить:

- имеются ли холодные участки стен;
- имеются ли промерзания и сквозняки;

• удовлетворительны ли качество воздуха, его температура и влажность;

• имеются ли перерывы в работе отопления и водоснабжения;

• имеются ли течи в кранах.

Примерный вариант опросного листа пользователя (жителя дома) представлен в приложении 6.

5.2.3.6. Методики измерения расходов энергии, воды и топлива, значений показателей микроклимата и характеристик отопительных и вентиляционных систем представлены в разделах 2.1, 4.3 и 4.4.

Выбор количества и мест измерений должен определяться поставленной задачей и позволять с необходимой точностью определить теплоэнергетический баланс.

Как правило, предпочтение следует отдавать измерениям значений показателей микроклимата в помещениях, зонах, участках, где имеются жалобы пользователей.

5.2.3.7. Перечень приборов учета расходов энергии, воды и топлива и приборов для измерений значений показателей микроклимата и характеристик отопительных и вентиляционных систем представлен в приложении 7.

5.2.3.8. Баланс тепла и распределение энергопотребления в здании позволяют установить соотношение поступления и расхода энергии основными потребителями — системами отопления, вентиляции (кондиционирования воздуха), горячего водоснабжения и т.п.

Баланс тепла (кВт, кВт·ч) выражается следующей зависимостью:

$$Q_{\Sigma} = Q_{\text{мн}} + Q_{\text{вент}} + Q_{\text{инф}} + Q_{\text{гв}} - Q_{\text{вн}},$$

где Q_{Σ} — тепло, подводимое к зданию от внешних источников;

$Q_{\text{мн}}$ — потери тепла через наружные ограждения здания, кВт;

$Q_{\text{инф}}$ — потери тепла инфильтрацией;

$Q_{\text{вент}}$ — тепловая нагрузка вентиляции (кондиционирования воздуха);

$Q_{\text{гв}}$ — тепловая нагрузка горячего водоснабжения;

$Q_{\text{вн}}$ — внутренние тепловыделения, включая утилизацию тепла вытяжного воздуха.

Методы подсчета составляющих теплового баланса для расчетных условий и в течение года представлены в приложении 8.

Точность составления баланса тепла зависит от многих факторов (точности измерительных приборов, объемов и продолжительности

проведенных измерений и т.п.) и не должна быть ниже 5—15% в зависимости от размеров объекта.

При составлении баланса тепла следует обращать внимание на режимы работы систем и технологического оборудования, соответствие показателей микроклимата расчетным условиям, параметры теплоносителя, инерционные свойства (теплоустойчивость) здания и оборудования, динамику изменения наружных условий и т.п.

Баланс тепла позволят определить расходы тепла основными потребителями, рассчитать удельные показатели систем и установить «слабые места», где возможно сокращение расходов энергии.

5.2.3.9. Потенциал экономии энергии устанавливается на основании сравнения фактических удельных показателей расходов энергии с нормативными, если они имеются, либо с показателями, соответствующими передовой отечественной и мировой практике.

При определении потенциала экономии энергии необходимо учитывать, что сокращение расходов энергии возможно только после обеспечения в помещениях требуемых значений показателей микроклимата и чистоты воздуха и обеспечения экологических требований.

5.2.3.10. Потенциал экономии энергии должен оцениваться с точки зрения техники применения энергосберегающих мероприятий, охраны окружающей среды, обеспечения показателей микроклимата и чистоты воздуха в физических единицах (кВт·ч, кДж, тонна эмиссии CO_2).

Такой оценки может быть достаточно в специальных случаях, например дефицита энергии и невозможности увеличения ее производства, специальных экологических требований и т.п.

5.2.3.11. Потенциал экономии энергии должен оцениваться с экономической точки зрения с учетом необходимых инвестиций и эксплуатационных затрат, необходимых для полной или частичной реализации инвестиций и сроков их окупаемости.

При формировании инвестиционных предложений по реализации потенциала экономии энергии должны быть сделаны оценки:

- стоимости энергии;
- стоимости нового оборудования и его монтажа;
- эксплуатационных расходов, в том числе возможности увеличения расхода электроэнергии при сокращении расхода тепла;

• возможного увеличения долговечности здания;

• повышения качества и увеличения объема выпускаемой продукции и т.п.

Все оценки должны основываться на прогнозе изменения цен и тарифов на энергию, выхода продукции, уровня инфляции, стоимости кредита, устойчивости рынка и т.п.

5.2.3.12. Предварительные инвестиционные предложения по реализации потенциала экономии энергии могут быть определены на основе удельной стоимости предложения из имеющейся базы данных, сформированной практикой их реализации, например (руб/кВт·ч)/кВт установленной мощности. В большинстве случаев инвестиционные предложения на основе базы данных достаточно корректны.

Полные инвестиционные предложения формируются на уровне проектной документации и, как правило, разрабатываются после принятия ответственных решений по инвестициям в повышение энергоэффективности здания.

5.2.3.13. Энергоаудит зданий различного назначения не имеет принципиальных отличий. Особенности состоят в выборе приоритетов при выборе технических решений и мероприятий по обеспечению энергоэффективности здания.

5.2.3.14. Результаты энергоаудита оформляются в виде отчета, который должен содержать следующие разделы:

• введение, где приводятся основание, цель и задачи энергоаудита, указываются основные исполнители, их юридический статус;

• техническая документация, данные потребления воды и энергии, где кратко представлены главные имеющиеся у аудитора технические документы, основные показатели обследуемого здания, результаты измерений (или расчетов) расходов энергии и воды и их стоимость. Желательно отметить динамику изменений расходов энергии и воды за возможный период времени. Должны быть приведены основные характеристики здания (объем, площадь, число жителей или работающих, объем выпускаемой продукции и т.п.) и удельные показатели. Могут быть представлены некоторые выводы, сформулированные на основе удельных показателей;

• описание здания, где приводится краткий отчет о состоянии ограждающих конструкций и инженерных систем, особенно в отношении их энергетических характеристик;

• основные принципы и методы выполненных измерений и проведения опроса персонала и жителей. Результаты опросов, измерений и выводы, которые могут быть сделаны на их основе;

• предложения по экономии энергии и воды, содержащие описание технических решений и мероприятий;

• экономическая оценка технических предложений и мероприятий, инвестиционные предложения с указанием методов оценки инвестиций;

• сводка мероприятий по экономии энергии и воды и их эффективности в табличной форме;

• общие заключения и рекомендации, где представляются главные результаты, советы и рекомендации о проведении реконструкции, основные этапы реконструкции и последовательность их выполнения;

• приложения в виде чертежей, отчетов об измерениях, комментарии опрошенных и т.д.

5.3. Пример проведения энергоаудита

Объектом энергоаудита является «Производственный корпус ремонтно-механической мастерской на 50 условных ремонтов в год», расположенный в Московской области. Проводится энергоаудит II уровня на основании анализа проектной документации и ознакомления с объектом.

Цель энергоаудита — получение информации для проведения проектных работ по рационализации энергоресурсов потребления систем отопления и вентиляции ремонтно-механической мастерской.

Производственный корпус построен в конце 80-х годов по типовому проекту, разработанному проектным институтом «Союзгипролесхоз» в 1984 г. Здание мастерской — однопролетное, одноэтажное, отапливаемое. Производственная площадь 18×36 м, $F = 648$ м^2, объем здания $V = 3664{,}4$ м^3.

Ремонтно-механическая мастерская предназначена для обеспечения технической готовности машин и механизмов и входит в состав предприятия, в котором предусмотрено наличие материального склада, склада ГСМ, гаража и т.п.

Технологический процесс ремонта оборудования предусматривает мойку машин, их разборку на узлы и агрегаты и их мойку, разборку на детали, сортировку деталей, их реставрацию, сборку машин.

В состав мастерской входят следующие участки:

- разборочно-сборочный и участок технического обслуживания;
- слесарно-механический участок;
- кузнечно сварочный участок;
- шиноремонтный участок;
- участок ремонта и подзарядки аккумуляторов;
- кладовая запчастей ИРК,
- участок ремонта и испытаний топливной аппаратуры.

Мастерская работает в две смены 260 дней в году.

Теплоснабжение мастерской осуществляется от местной котельной на газовом топливе. Теплоноситель — вода с температурой: t_1 = – 95 °С; t_2 = 70 °С.

Наружные ограждающие конструкции мастерской: стены — из глиняного кирпича М-75 на растворе М-25 толщиной δ = 380 мм. $R_{ст}$ = 0,76 (м²·°С)/Вт; покрытие — из сборных железобетонных ребристых плит по сборным железобетонным балкам.

Кровля — утепленная, совмещенная, рулонная. Утеплитель — пенобетон, γ = 400 кг/м³, δ = 100 мм, $R_п$ = 0,985 (м²·°С)/Вт.

Расчетные параметры наружного воздуха в холодный период года по СНиП 23-01 для холодного периода года — $t_н$ = –28 °С.

Расчетные значения температуры внутреннего воздуха — $t_в$ = = 17 °С. В ремонтно-механической мастерской в соответствии с проектом выполнены: водяная (t_1 = 95 °С; t_2 = 70 °С) система отопления; отопительные приборы — ребристые трубы и регистры из гладких труб

Система отопления работает в дежурном режиме и рассчитана на температуру внутреннего воздуха $t_{в\,от}$ = +5 °С. В рабочее время требуемая температура воздуха в производственных помещениях обеспечивается системами приточной механической вентиляции, совмещенными с воздушным отоплением.

Расход приточного воздуха составляет — $L_{пр}$ = 37400 м³/ч, в том числе

- приточная система П1 — $L_{пр}$ = 13800 м³/ч;
- приточная система П2 — $L_{пр}$ = 17400 м³/ч;
- приточная система П3 — $L_{пр}$ = 2920 м³/ч;
- приточная система П4 — $L_{пр}$ = 3280 м³/ч

Кратность воздухообмена — Кр = 37400/3664,4 = 10,21/ч.

Расход вытяжного воздуха, удаляемого местными отсосами, составляет — $L_{мо}$ = 13060 м³/ч, в том числе:

• вытяжная система В1 — $L_{уд1}$ = 5100 м³/ч, удаление аэрозоля от сварки и пайки, панель равномерного всасывания;

• вытяжная система В2 — рециркуляционная система улавливания и очистки от абразивной и металлической пыли, агрегат «ЗИЛ-900»;

• вытяжная система В6 — $L_{уд6}$ = 1800 м³/ч, пары воды и топлива, панель равномерного всасывания;

• вытяжная система В7 — $L_{уд7}$ = 1800 м³/ч, тепловыделения, сопровождающиеся неприятным запахом, панель равномерного всасывания;

• вытяжная система ВЕ7 — $L_{уд}$ = 1200 м³/ч, зонт над кузнечным горном;

• вытяжная система В8 — $L_{уд8}$ = 1000 м³/ч, пары электролита, вытяжной шкаф;

• вытяжная система В9 — $L_{уд9}$ = 2160 м³/ч, пары кислоты и щелочи, вытяжной шкаф.

Расход вытяжного воздуха, удаляемого системами общеобменной механической вентиляции, составляет — $L_{уд}$ = 10650 м³/ч, в том числе:

В3 — $L_{уд}$ = 1000 м³/ч; В4 — $L_{уд}$ = 4825 м³/ч; В5 — $L_{уд}$ = 4825 м³/ч.

Суммарный расход вытяжного воздуха, удаляемого механическими системами, составляет:

$$L_{удΣ} = L_{мо} + L_{уд} = 13060 + 10650 = 23710 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Расход приточного воздуха больше расхода удаляемого воздуха.

Расход воздуха, составляющий разность между притоком и вытяжкой ($L_{пр} - L_{удΣ}$ = 37400 − 23710 = 13690 м³/ч), удаляется системами естественной вытяжной вентиляции.

Расход энергии при расчетных условиях в холодный период года составляет:

Расход тепла на отопление — $Q_{от}$ = 78 000 ккал/ч = 90,7 кВт.

Расход тепла на вентиляцию — $Q_{вент}$ = 443 000 ккал/ч = 515 кВт, в том числе воздушное отопление $Q_{воз.от}$ = 35,1 кВт.

Мощность установленных двигателей систем вентиляции — N = = 20,6 кВт.

Расходы тепла за отопительный период:

расход тепла на отопление

$$Q_{отоп.от.пер} = \frac{Q_{от}}{t_{в.от} - t_{н}} \cdot 24 \cdot ГСОП = \frac{90,7}{5 - (-28)} \cdot 24 \cdot 4341 = 286330 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Здесь:

24 — число часов в сутки;

ГСОП — число градусо-суток за отопительный период;

$$\text{ГСОП} = (t_в - t_{н.от.пер})z,$$

где $t_{н.от\ пер}$ — средняя температура наружного воздуха за отопительный период;

z — продолжительность отопительного периода;

расход тепла на вентиляцию

$$Q_{вент.от.пер} = \frac{Q_{вент}(t_в - t_{н.ср})}{t_в - t_{н.рас}} \cdot 16 \cdot 206 \frac{214}{365} =$$

$$= \frac{515[17-(-3{,}1)]}{[17-(-28)]} \cdot 14 \cdot 206 \cdot \frac{214}{365} = 388910 \text{ кВт} \cdot \text{ч},$$

в том числе на воздушное отопление — $Q_{воз.от.год}$ = **27 700 кВт·ч.**

Здесь:

16 — число часов работы в сутки;

206 — число рабочих дней в году;

214/365 — коэффициент пересчета рабочих дней за отопительный период к году.

Анализ исходных данных позволяет сделать следующие выводы:

1. Расчетный расход тепла на вентиляцию составляет 85 % общего теплопотребления.

2. Годовые затраты тепла на отопление и вентиляцию соизмеримы (47 % и 53 %), что объясняется разной продолжительностью работы систем отопления и вентиляции.

3. Сокращение годовых расходов тепла на отопление, уменьшение трансмиссионных теплопотерь могут быть обеспечены утеплением наружных ограждений, в первую очередь стен, окон и покрытия.

4. Сокращение годовых расходов тепла на вентиляцию может быть обеспечено сокращением воздухообмена (существующая Кр = = 10,21/ч), в первую очередь за счет применения эффективных местных отсосов.

Предложения по реконструкции ограждающих конструкций

Исходные данные для разработки предложений по повышению эффективности ограждающих конструкций:

Расчетная температура наружного воздуха — $t_н = -28$ °С;

Число градусо-суток (ГСОП) — Дмитров = [17 − (−3,1)] 216 = = 4341.

Требуемые значения коэффициентов теплопередачи наружных ограждений:

Стены — $R_{ст} = 1,8 + 0,4 \cdot 643/2000 = 1,93$ (м².°С)/Вт;

Окна — $R_{ок} = 0,24 + 0,03 \cdot 643/2000 = 0,25$ (м².°С)/Вт;

Кровля — $R_{кр} = 1,93$ (м².°С)/Вт.

Повышение теплозащиты стен производится путем устройства дополнительного слоя теплоизоляции с защитой из известково-цементной штукатурки.

В качестве материала дополнительной теплозащиты приняты минераловатные плиты марки 150.

Толщина дополнительной теплоизоляции составляет:

$$\delta = (R_{тр} - R_{сущ})\lambda;$$

$$\delta = (1,93 - 0,76) \cdot 0,041 = 4,8 \text{ см}.$$

Для усиления теплозащиты покрытия применяется дополнительный слой теплоизоляции из минераловатных плит марки 150, укладываемый по существующей кровле.

Толщина этого слоя теплоизоляции составляет:

$$\delta = (R_{тр} - R_{сущ})\lambda;$$

$$\delta = (1,93 - 0,985) \cdot 0,041 = 3,8 \text{ см}.$$

Величина теплопотерь в существующем здании через ограждающие конструкции Q_1 составляет

$$Q_1 = \frac{k}{R_{ср1}},$$

где $R_{ср1} = \dfrac{F_{ст}R_{ст1} + F_{ок}R_{ок1} + F_{п}R_{п1}}{F_{ст} + F_{ок} + F_{п}}$;

$$R_{ср1} = \frac{10217 \cdot 0,76 + 151 \cdot 0,25 + 576 \cdot 0,985}{10217 + 151 + 576} = 0,76 \text{ (м}^2\text{.°С)/Вт}.$$

Теплопотери здания после усиления теплозащиты ограждающих конструкций составляют:

$$Q_2 = \frac{k}{R_{ср2}};$$

$$Q_1 = 304\ 800\ \text{кВт·ч} = 354\ \text{Гкал/год},$$

$$\text{где}\ \ R_{ср2} = \frac{F_{ст}R_{ст2} + F_{ок}R_{ок2} + F_{п}R_{п2}}{F_{ст} + F_{ок} + F_{п}};$$

$$R_{ср1} = \frac{10217 \cdot 1{,}98 + 151 \cdot 0{,}25 + 576 \cdot 1{,}915}{10217 + 151 + 576} = 2{,}86\ (\text{м}^2\cdot{}^\circ\text{C})/\text{Вт}.$$

$$Q_2 = \frac{Q_1 R_{ср1}}{R_{ср2}};$$

$$Q_2 = \frac{304800 \cdot 0{,}76}{2{,}86} = 80\ 996\ \text{кВт·ч} = 94\ \text{Гкал/год}.$$

Экономия тепла составляет: 304 800 − 80 996 = 223 804 кВт·ч = = 260 Гкал/год.

Предложения по реконструкции систем вентиляции

Заменить вытяжные системы В1, В6, В7 и В8 на эффективные местные вытяжные устройства открытого типа, позволяющие максимально приблизить всасывающее отверстие к источнику вредных выделений и перемещать его по мере необходимости с помощью шарнирной системы подвеса и гибкого воздуховода.

Устройства являются универсальными и, как показала практика, нашли широкое применение в сварочном, металлообрабатывающем, аккумуляторном и ряде других производств.

Вытяжные устройства выпускаются отечественной промышленностью (например, фирмы «Совплим», «Экоюрос» и ряд других) и комплектуются высокоэффективными фильтрами — степень очистки 95—98 %. Эффективная очистка позволяет возвращать воздух в цех, что позволяет резко сократить воздухообмен и затраты тепла на его нагрев.

Заменить систему В1 на 2 местных отсоса типа «Лиана»; расход воздуха $L_{лиан} = 1000$ м^3/ч.

Заменить систему В6 на местный отсос типа «Краб»; расход воздуха $L_{краб} = 400$ м^3/ч.

Заменить систему В7 на местный отсос типа «Краб»; расход воздуха $L_{краб} = 400$ м^3/ч.

Заменить систему В8 на местный отсос типа «Краб»; расход воздуха $L_{краб} = 600$ м^3/ч.

Повышение эффективности местных отсосов позволяет сократить расход вытяжного воздуха ими на 9700 м^3/ч, соответственно сокращается расход приточного воздуха и расходы на его нагрев.

Учитывая высокую степень улавливания вредных выделений местными отсосами типа «Лиана» и «Краб» по сравнению с панелями равномерного всасывания, следует так же уменьшить расход воздуха общеобменных систем вытяжной вентиляции (в холодный период года), отказавшись от использования механической вентиляции.

Таким образом, в холодный период года расход воздуха вытяжной вентиляции составит 15 570 м^3/ч с соответствующим изменением расхода приточных систем. Уменьшение расхода воздуха и затрат на его нагрев составит 58 %.

Годовые затраты тепла после реконструкции системы вентиляции — 171 000 кВт·ч (вместо 407 000 кВт·ч).

Стоимость новых, эффективных местных отсосов составляет (по данным производителя):

- установки «Лиана» — 4860 руб. + НДС;
- установки «Краб» — 6000 руб. + НДС;
- электростатического фильтра — 31 300 руб. + НДС;
- сорбционно-каталитического фильтра — 14 300 руб. + НДС.

Расчет экономической эффективности

Настоящий расчет выполнен в соответствии с «Методическими рекомендациями по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования», утвержденными Госстроем России, Министерством экономики РФ, Министерством финансов РФ и Госкомпромом России 31.03.1994 г. № 7-12/47.

Согласно Методическим рекомендациям, «эффективность проекта характеризуется системой показателей, отражающих соотношение затрат и результатов применительно к интересам его участ-

ников». При выполнении мероприятий по экономии тепла главный интерес инвестора заключается в том, чтобы путем дополнительных инвестиций уменьшить расход (а следовательно, и стоимость) потребляемой им тепловой энергии и за счет полученной в результате этого экономии не только возместить в приемлемые сроки понесенные затраты, но и получить дополнительный доход.

Исходя из этого для решения данной задачи решено рассмотреть два показателя:

• чистый дисконтированный доход (ЧДД) за прогнозируемый срок полезного использования (Т), определяемый по формуле

$$ЧДД = Э1\ \Sigma\alpha t - К - Э2\ \Sigma\alpha t), \text{ руб};$$

• простой срок окупаемости (Ток), определяемый по формуле

$$Ток = К / (Э1 - Э2), \text{ лет},$$

где Э1 и Э2 — стоимость тепловой энергии, соответственно, до и после выполнения энергосберегающего мероприятия, руб./ год;

К — инвестиции в проведение энергосберегающего мероприятия, руб.;

αt — коэффициент приведения разновременных затрат t го года к году проведения энергосберегающего мероприятия, который определяется по формуле

$$\alpha t = 1 / (1 + E)^t,$$

где E — норма дисконта, равная приемлемой для инвестора норме дохода на капитал.

Ниже приводятся расчеты экономической эффективности по каждому из ранее описанных мероприятий. Эти расчеты выполнены исходя из следующих условий:

• норма дисконта $E_н = 0{,}2$;

• стоимость 1 Гкал = 565 руб., включая НДС.

Расчет эффективности замены системы отопления и вентиляции

Суть инженерного решения по данному мероприятию заключается в отключении существующей системы ОВ и установке взамен нее следующих приборов: установка «Лиана» — 2 шт. (4860 руб/шт.); установка «Краб» — 3 шт. (6000 руб/шт.); электростатический фильтр —

3 шт. (31300 руб/шт.); сорбционно-каталитический фильтр — 3 шт. (14300 руб/шт.) (цены указаны без НДС).

Исходные данные для расчета:

Т = 5 лет (принят экспертно исходя из указаний Положения по бухгалтерскому учету «Учет основных средств» ПБУ 6/97);

Э1 = 473 Гкал/год · 565 руб/Гкал = 267,2 тыс. руб/год;

Э2 = 199 Гкал/год · 565 руб/Гкал = 112,4 тыс. руб/год;

К = 166,6 тыс. руб. (с учетом 5 % на монтаж и 20 % НДС);

$\Sigma \alpha t = 2,99$;

ЧДД = 267,2 · 2,99 − 166,6 − 112,4 · 2,99 = 272,2 тыс. руб.;

Ток = 166,6/(267,2 − 112,4) = 1,08 года.

Расчет эффективности усиления теплозащиты ограждающих конструкций

Суть инженерного решения по данному мероприятию заключается в устройстве дополнительного слоя теплоизоляции стен и покрытия минераловатными плитами толщиной 50 мм с последующей штукатуркой стен по сетке и устройством новой кровли из двух слоев изопласта по цементной стяжке. Стоимость этих работ составляет 542,5 тыс. руб.

Исходные данные для расчета:

Т = 15 лет (принят экспертно исходя из указаний Положения по бухгалтерскому учету «Учет основных средств» ПБУ 6/97);

Э1 = 354 Гкал/год · 565 руб/Гкал = 200,0 тыс. руб/год;

Э2 = 94 Гкал/год · 565 руб/Гкал = 53,1 тыс. руб/год;

К = 542,5 тыс. руб;

$\Sigma \alpha t = 4,68$;

ЧДД = 200.0 · 4,68 − 542,5 − 53,1 · 4,68 = 145 тыс. руб;

Ток = 542,5 /(200,0 − 53,1) = 3,7 года.

6. ОБСЛЕДОВАНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕКОНСТРУИРУЕМЫХ ЗДАНИЙ

6.1. Цели и задачи обследования

6.1.1. Целями обследования являются оценка выполнения требований противопожарной защиты помещений, зданий при их реконструкции, техническом перевооружении или изменении функционального назначения объекта и разработка рекомендаций по выполнению этих требований.

6.1.2. Задачами выполнения требований противопожарной защиты на объекте являются:

- обеспечение условий для эвакуации людей наружу на прилегающую территорию до наступления угрозы их жизни и здоровью вследствие воздействия опасных факторов пожара;
- обеспечение доступа личного состава подразделений и подачи средств пожаротушения к очагу пожара, а также проведение мероприятий по спасению людей и материальных ценностей;
- нераспространение пожара на рядом расположенные здания, в том числе при обрушении горящего здания;
- ограничение прямого и косвенного материального ущерба, включая содержимое здания и само здание, при экономически обоснованном соотношении величины ущерба и расходов на противопожарные мероприятия, пожарную охрану.

6.1.3. При реконструкции объектов решение этих задач может осуществляться как за счет приведения объемно-планировочных, конструктивных и инженерно-технических решений в соответствие с противопожарными требованиями действующих нормативных документов, так и за счет выполнения обоснованных мероприятий, учитывающих специфику противопожарной защиты объекта и согласованных в установленном порядке.

6.1.4. Задачами натурных обследований пожарной безопасности реконструируемых зданий являются:

- оценка состояния конструкций и качества выполнения строительных противопожарных мероприятий;
- оценка состояния инженерных систем и автоматических средств сигнализации и пожаротушения.

6.1.5. При оценке пожарной опасности объекта и выполнении различных противопожарных мероприятий целесообразно прогнозирование возможного развития пожара для вариантов решений исходя из вида и величины пожарной нагрузки, а также условий ее сгорания для свободно развивающегося пожара и с учетом взаимодействия предусматриваемых на объекте средств пожарной защиты.

6.1.6. При прогнозировании развития пожаров выполняется построение сценариев его развития на основе данных о категориях взрывопожарной и пожарной опасности по НПБ 105, степени огнестойкости, конструктивной и функциональной пожарной опасности зданий и сооружений, классифицированных в соответствии со СНиП 21-01, объемно-планировочных и конструктивных решений зданий.

6.2. Оценка состояния конструкций и качества выполнения строительных противопожарных мероприятий

6.2.1. Для оценки существующего уровня противопожарной защиты и соответствия его требуемому уровню для объекта после его реконструкции при обследовании устанавливается качество выполненных на объекте противопожарных мероприятий и соответствие объемно-планировочных и конструктивных решений, инженерного оборудования, систем противопожарной защиты нормативным требованиям, предъявляемым к объекту после его реконструкции.

6.2.2. При реконструкции объекта необходимо иметь данные о его функциональном назначении до и после реконструкции, технологической схеме и компоновочным решениям, виде и количестве пожарной нагрузки.

Исходя из этих данных оценивается пожарная опасность процесса, в соответствии с которым определяется класс функциональной пожарной опасности реконструируемого объекта.

В процессе натурного обследования выполняется проверка объекта по параметрам, которые будут обеспечивать его пожарную безопасность после реконструкции. При этом выполняется сравнение фактических значений показателей, характеризующих пожарную безопасность, полученных при обследовании, и требуемых значений, которые устанавливаются или на основе нормативных требований, или на основе технико-экономического обоснования.

Размещение объекта

6.2.3. При рассмотрении генеральных планов определяются существующие дороги и проезды для пожарных автомобилей. В зависимости от назначения здания, его ширины проверяются их расположение и габариты в соответствии с действующими нормативными документами: СНиП 2.07.01, СНиП II-89, СНиП II-97.

Проверяются противопожарные разрывы между зданиями и другими сооружениями, их соответствие нормативным требованиям при размещении в зданиях новых процессов с учетом их категории пожарной опасности и установленной степени огнестойкости зданий.

Размещение и оснащенность ближайшего пожарного депо также должны соответствовать требованиям указанных СНиПов и НПБ 101.

Конструктивные решения зданий

6.2.4. Состояние несущих конструкций должно быть таким, при котором обеспечивается нормативный предел огнестойкости конструкции. Наличие повреждений, неправильные условия эксплуатации могут привести к тому, что при пожаре обрушение конструкций может произойти за время, меньшее нормируемого пределом огнестойкости.

Обследование включает определение следующих дефектов:

- вмятины, погнутости отдельных элементов, отверстия, не предусмотренные проектом, изгибы, отклонения от вертикали и отсутствие отдельных элементов решетки сквозных колонн;
- использование колонн в качестве опор под навесное оборудование, не предусмотренное проектом, наличие коррозии;
- для ферм и балок — искривление стержней и смятие элементов;
- не предусмотренные проектом кронштейны для прокладки коммуникаций, коробов;
- вырез отдельных элементов решетки ферм, коррозия.

Обследование производят в соответствии с пп. 3.1—3.5 данной методики.

Дефекты ограждающих конструкций могут привести к несоответствию требованиям пределов огнестойкости и классам пожарной опасности, группам распространения огня и группам горючести материалов.

Оценка строительных материалов и конструкций выполняется в соответствии с классификацией и методами, принятыми в СНиП 21-01.

Для строительных материалов основных несущих и ограждающих конструкций, декоративно-отделочных и облицовочных материалов, материалов для покрытия полов, кровельных, гидроизоляционных и теплоизоляционных материалов устанавливаются показатели:

- горючести;
- воспламеняемости;
- распространения пламени по поверхности;
- дымообразующей способности;
- токсичности продуктов горения.

Названные показатели проверяются по проектным данным и протоколам испытаний материалов в соответствии с действующими методиками. При отсутствии данных проводятся дополнительные исследования в соответствии с действующими ГОСТами образцов материалов.

Для строительных конструкций устанавливаются:

- пределы огнестойкости;
- класс конструктивной пожарной опасности.

В зависимости от огнестойкости и пожарной опасности конструкций с учетом их фактического состояния устанавливаются степень огнестойкости и класс конструктивной пожарной опасности здания, и в зависимости от его габаритов (высоты, площади) и функционального назначения здания принимается решение о применимости в новом проектном решении.

Предел огнестойкости и класс конструктивной пожарной опасности устанавливаются для следующих конструкций:

- стены: наружные, внутренние, лестничных клеток;
- перегородки;
- отделка стен и перегородок;
- колонны;
- прогоны;
- лестницы: площадки, косоуры, ступени, отделка;
- перекрытия: над подвалом, междуэтажное, чердачное, над вестибюлем, над эвакуационными проходами, отделка, заполнение перекрытий;
- покрытия: несущие конструкции, настил, утеплитель;
- полы;

• подвесные потолки: каркас подвесного потолка, заполнение каркаса, утеплитель, светильники, отделка;
• двери: полотнища, коробки, притворы;
• кровля, гравийная засыпка;
• кровли из рулонных и мастичных материалов;
• стены тамбур-шлюзов;
• стены шахт-лифтов.

Пределы огнестойкости и классы пожарной опасности устанавливаются или по проектным материалам, или аналитическим методом с учетом состояния строительных конструкций.

Проверяется выполнение требований по предотвращению распространения горения внутри конструкций, недопущению пустот в конструкциях, ограниченных горючими материалами.

Во взрывопожароопасных производствах проверяются легкосбрасываемые конструкции. Площади легкосбрасываемых конструкций рассчитываются во взрывоопасных помещениях проектируемого объекта. Проверяется конструктивное решение, обеспечивающее раскрытие проемов при избыточном давлении взрыва, в соответствии со СНиП 31-03.

При выполнении утепления фасадов и покрытий проверяется соответствие требованиям к конструктивному решению кровель, наружных стен и облицовок.

В случае выполнения на объекте огнезащиты строительных конструкций оцениваются эффективность средств огнезащиты, ее состояние, возможность периодического обследования и замены.

Для объектов со сгораемыми элементами кровли проверяется выполнение разделения кровли на участки, ограниченные негорючими поясами.

Объемно-планировочные решения зданий

6.2.5. На основании данных обследования конструктивного решения здания устанавливаются степень огнестойкости и класс конструктивной пожарной опасности здания. В зависимости от габаритов здания (высоты, площади) и функционального назначения здания (категорий пожарной опасности) принимается решение о применимости в новом проектном решении.

Рассматриваются схема размещения помещений, участков и процессов с различной пожарной опасностью, размещение пожароопасных помещений в зданиях с массовым пребыванием людей.

При изменении функционального назначения площадь и высота зданий устанавливаются в соответствии с действующими нормативными документами на проектируемый объект. Площадь пожарных отсеков и секций должна соответствовать размерам, указанным в СНиПе для степени огнестойкости, класса конструктивной пожарной опасности и категории пожарной опасности здания.

Определяется в соответствии с нормами правильность разделения помещений в подвале, в пределах этажей, в чердачных помещениях, проверяется наличие окон с приямками в подвалах.

Определяется выполнение нормативных требования по размещению взрыво- и пожароопасных процессов у наружных стен или кровли.

Размещение административно-бытовых помещений в пристройках, во встройках или вставках должно отвечать требованиям СНиП 2.09.04.

В соответствии с нормами проверяется правильность разделения помещений с разной пожарной опасностью противопожарными преградами, устройство которых должно обеспечивать:

- разделение помещений с разной пожарной опасностью;
- изоляцию подвальных помещений, сообщающихся с вышележащими этажами;
- изоляцию взрывоопасных операций;
- изоляцию операций с тепловыми источниками;
- изоляцию промежуточных складов;
- изоляцию электропомещений (ТП, электрощитовые и др.);
- изоляцию вспомогательных помещений;
- изоляцию помещений управления (КПП);
- изоляцию помещений с емкостями ЛВЖ, ГЖ и сжиженных газов;
- ограничение разлива жидкостей;
- изоляцию производственных операций, требующих различных средств тушения;
- изоляцию особо ценного оборудования (вычислительные центры и др.);
- изоляцию токсических операций или операций, особо чувствительных к взрыву.

Типы и характеристики противопожарных преград

6.2.6. После обследования состояния противопожарных преград и их фактических пределов огнестойкости решение по противопо-

жарным преградам принимается исходя из нового объемно-планировочного решения и необходимости их наличия, требований к их огнестойкости и горючести в соответствии с требованиями норм и правил.

Конструктивные решения противопожарных преград должны обеспечивать:

- устойчивость при одностороннем обрушении противопожарных стен;
- огнестойкость конструкций, к которым крепятся противопожарные преграды;
- опирание на фундамент или другие конструкции;
- опирание на противопожарную стену других конструкций;
- перерезание противопожарными стенами других конструкций;
- возвышение противопожарных стен над кровлей;
- примыкание к оконным проемам;
- расстояние между проемами при примыкании зданий под углом;
- герметизацию стыков и узлов соединений;
- наличие противопожарных дверей:
  - в противопожарных стенах и перегородках;
  - при выходе в лестничную клетку производств, относящихся по пожарной опасности к категориям А, Б и В;
  - при примыкании галерей, эстакад, туннелей;
  - в лифтах;
- огнестойкость, горючесть, самозакрывание, искробезопасность, герметичность противопожарных дверей, ворот.

Противопожарные перекрытия должны предусматриваться:

- над первым этажом, если площадь здания превышает допустимую;
- над подвалами;
- междуэтажные и чердачные;
- над встроенными помещениями категорий А, Б и В;
- над встроенными складами;
- во встройках;
- в местах смещения противопожарной стены.

При устройстве проемов в противопожарных преградах должны выполняться требования по их заполнению, заделке отверстий при пропуске коммуникаций.

6.2.7. В здании должны обеспечиваться:

- своевременная и беспрепятственная эвакуация людей;
- спасение людей, которые могут подвергнуться воздействию опасных факторов пожара;
- защита людей на путях эвакуации от воздействия опасных факторов пожара.

Эвакуационные пути в пределах помещений должны обеспечивать безопасную эвакуацию людей через эвакуационные выходы из данного помещения, количество которых, параметры и размещение должны соответствовать требованиям СНиП 21-01 и строительным нормам и правилам проектирования зданий.

За пределами помещений требования эвакуации выполняются с учетом функциональной пожарной опасности помещений, количества эвакуируемых, степени огнестойкости и класса конструктивной пожарной опасности здания, количества эвакуационных выходов с этажа и здания в целом.

При обследовании устанавливаются количество и конструктивное решение эвакуационных выходов с этажей, из здания. Обеспечение эвакуации людей выполняется в соответствии с новым планировочным решением объекта и действующими нормативными документами.

В зависимости от функциональной пожарной опасности, степени огнестойкости, класса конструктивной пожарной опасности, количества людей в помещениях и здании, объема помещения определяются:

- количество, размеры и размещение эвакуационных выходов;
- протяженность путей эвакуации;
- габариты и конструктивное решение путей эвакуации;
- эвакуация по лестницам и лестничным клеткам;
- аварийные выходы.

Пожарная опасность строительных материалов поверхностных слоев конструкций (отделок и облицовок) в помещениях и на путях эвакуации должна ограничиваться в зависимости от функциональной пожарной опасности помещений и здания. Показатели горючести, воспламеняемости, токсичности и дымообразования отделочных материалов на путях эвакуации не должны превышать допустимых в соответствии со СНиП 21-01.

В зависимости от назначения здания, площади, числа этажей, категории пожаро-, взрывоопасности в соответствии с НПБ 104 в здании должны предусматриваться оповещение людей о пожаре и управление эвакуацией. Определение типов систем и характеристик систем оповещения выполняется для вновь проектируемого объекта.

Тушение пожара и спасательные работы

6.2.8. В объемно-планировочных и конструктивных решениях зданий предусматриваются мероприятия, обеспечивающие выполнение подразделениями пожарной охраны своих функций. При этом должны обеспечиваться:

- доступ пожарных подразделений к местам возможного пожара и системам противопожарного водопровода;
- пожарные лестницы, лестницы на перепадах высот кровли;
- аварийные выходы;
- выходы на кровлю, ограждения на кровле;
- проходы в технических этажах и подпольях;
- лифты для пожарных подразделений.

6.3. Оценка состояния инженерных систем и автоматических средств сигнализации и пожаротушения

Инженерные системы должны соответствовать нормативным требованиям по обеспечению пожарной безопасности с учетом изменений в функциональном назначении здания, объемно-планировочных и конструктивных решений, а также обеспечивать выполнение правил пожарной безопасности при эксплуатации объекта.

Для оценки состояния инженерных систем выполняется натурное обследование инженерного оборудования здания, устанавливается необходимость ремонта или переоборудования инженерных систем. При необходимости производится корректировка или разрабатывается вновь проектная документация по использованию существующих систем или применению нового инженерного оборудования. В составе выполняемых работ исследуются следующие вопросы.

Системы вентиляции

6.3.1. Для обеспечения взрывопожарной безопасности система вентиляции должна учитывать:

- категории пожаровзрывоопасности вентилируемых помещений;

• наличие противопожарных преград;

• необходимость устройства противопожарных клапанов в воздуховодах;

• расположение дымовых зон;

• требования к огнестойкости воздуховодов;

• наличие незадымляемых лестничных клеток и тамбур-шлюзов с подпором воздуха.

Для обеспечения эвакуации людей из помещений в начальной стадии пожара при необходимости устраивается противодымная вентиляция в соответствии со СНиП 2.04.05.

При наличии в здании автоматических систем пожаротушения или сигнализации следует предусматривать автоматическое блокирование электроприемников систем вентиляции для:

• отключения при пожаре систем вентиляции, кроме систем подачи воздуха в тамбур-шлюзы помещений категорий А и Б;

• включения при пожаре систем аварийной противодымной защиты;

• открывания дымовых клапанов в помещении или дымовой зоне, в которой произошел пожар, в коридоре на этаже пожара и закрывания огнезадерживающих клапанов.

Системы внутреннего и наружного водоснабжения

6.3.2. В зависимости от назначения, категорий пожарной опасности зданий, объема, этажности проверяются:

• расходы воды на внутреннее и наружное пожаротушение;

• необходимые напоры в сетях;

• устройство пожарных стояков и кранов, их укомплектованность;

• работа насосных станций;

• пожарные гидранты и доступ к ним;

• при необходимости — емкости для хранения воды.

Системы электроснабжения и электроустановки

6.3.3. Системы электроснабжения и электроустановки должны приниматься с учетом категории пожаро-, взрывоопасности помещений. Электродвигатели, аппараты управления, пускорегулирующая, контрольно-измерительная и защитная аппаратура, вспомогательное оборудование и проводки должны иметь исполнение и сте-

пень защиты, соответствующие классу зоны по ПУЭ, а также иметь аппараты защиты от токов короткого замыкания и перегрузок.

При этом проверяются:

- выбор проводов и кабелей и способы их прокладки;
- открытые электропроводки внутри помещений;
- скрытые электропроводки внутри помещений;
- электропроводки в чердачных помещениях;
- наружные электропроводки;
- трансформаторные подстанции;
- вводные устройства;
- электропроводки и кабельные линии;
- силовое электрооборудование;
- освещение и указатели;
- электроснабжение для противопожарных целей;
- электроустановки во взрывоопасных зонах.

Молниезащита зданий и сооружений

6.3.4. Категория молниезащиты и конструкция молниеотводов должны соответствовать требованиям Инструкции по устройству молниезащиты в зданиях и сооружениях.

6.3.5. Системы пожарной автоматики

6.3.5.1. При обследовании устанавливается возможность использования существующей системы для проектируемого объекта. Оценивается потребность и выполняется проверка работоспособности системы в новых условиях.

6.3.5.2. При обследовании автоматической системы пожаротушения (АСПТ) и защищаемых ею помещений необходимо выполнить работы по проверке:

- характеристик защищаемого помещения и его горючей нагрузки;
- модификации оросителей установок пожаротушения, способа их установки и размещения;
- чистоты оросителей;
- устройства трубопроводов установок (не допускается использование трубопроводов установок пожаротушения для подвески, прикрепления, присоединения оборудования, не относящегося к АСПТ);

• световой и звуковой сигнализации, находящейся в диспетчерском пункте;

• телефонной связи диспетчерского пункта с пожарной охраной предприятия или населенного пункта.

6.3.5.3. В ходе проведения обследования установок водяного и пенного пожаротушения следует проверить:

• состояние оросителей (в местах, где имеется опасность механических повреждений, оросители должны быть защищены надежными ограждениями, не влияющими на карту орошения и распространение тепловых потоков);

• типоразмеры оросителей (в пределах каждого распределительного трубопровода (одной секции) должны быть установлены оросители с выходными отверстиями одного диаметра);

• содержание оросителей (должны постоянно содержаться в чистоте);

• в период проведения в защищаемом помещении ремонтных работ оросители должны быть ограждены от попадания на них штукатурки, краски и побелки (после окончания ремонта помещения защитные приспособления должны быть сняты);

• наличие запаса оросителей (должен быть не менее 10 % для каждого типа оросителей из числа смонтированных на распределительных трубопроводах для их своевременной замены в процессе эксплуатации);

• защитное покрытие трубопроводов (в помещениях с химически активной или агрессивной средой они должны быть защищены кислотоупорной краской);

• наличие функциональной схемы обвязки узлов управления (у каждого узла должна быть вывешена функциональная схема обвязки, а на каждом направлении — табличка с указанием рабочих давлений, защищаемых помещений, типа и количества оросителей в каждой секции системы, положения (состояния) запорных элементов в дежурном режиме);

• наличие на резервуарах для хранения неприкосновенного запаса воды для целей пожаротушения устройств, исключающих расход воды на другие нужды;

• наличие резервного запаса пенообразователя (должен быть предусмотрен 100 %-ный резервный запас пенообразователя);

• обеспечение помещения насосной станции телефонной связью с диспетчерским пунктом;

• наличие у входа в помещение насосной станции таблички «Станция пожаротушения» и постоянно функционирующего светового табло с аналогичной надписью;

• наличие вывешенных в помещении насосной станции четко и аккуратно выполненных схем обвязки насосной станции и принципиальной схемы установки пожаротушения;

• надписи на всех показывающих измерительных приборах о рабочих давлениях и допустимых пределах их измерений.

6.3.5.4. В процессе контроля установок газового пожаротушения (УГП) при эксплуатации необходимо:

• провести внешний осмотр составных частей установки на отсутствие механических повреждений, грязи, прочность крепления, наличие пломб;

• проконтролировать рабочее положение запорной арматуры в побудительной сети и пусковых баллонах;

• проконтролировать основной и резервный источники питания, проверить автоматическое переключение питания с рабочего ввода на резервный;

• проконтролировать количество огнетушащего вещества путем взвешивания или контроля давления (для централизованных установок — основное и резервное количество огнетушащего вещества, для модульных установок — количество огнетушащего вещества и наличие его запаса);

• проверить работоспособность составных частей установки (технологической части, электротехнической части);

• проверить работоспособность установки в ручном (дистанционном) и автоматическом режимах;

• проверить наличие метрологической поверки КИП;

• измерить сопротивление защитного и рабочего заземления;

• измерить сопротивление изоляции электрических цепей;

• проверить наличие и срок действия технического освидетельствования составных частей установок газового пожаротушения, работающих под давлением.

Станции пожаротушения должны быть оборудованы и содержаться в состоянии, соответствующем проектным решениям.

Если в месте установки газовых агрегатов возможно их механическое повреждение, то они должны быть ограждены.

На газовых агрегатах должны быть пломбы или другие устройства, подтверждающие их целостность.

Горючая нагрузка помещения, защищаемого УАП, его негерметичность и геометрические размеры должны соответствовать проекту.

Должна быть исправной световая и звуковая сигнализации в защищаемом помещении и в помещении дежурного поста.

6.3.5.5. При проверке работоспособности систем сигнализации следует:

- убедиться в срабатывании извещателей и выдаче соответствующих извещений на приемно-контрольное устройство и сигналов с приборов управления;
- убедиться в работоспособности шлейфа пожарной сигнализации по всей его длине путем имитации обрыва или короткого замыкания в конце шлейфа, а также проверить исправность электрических цепей запуска;
- убедиться в работоспособности приемно-контрольных приборов, а также приборов управления совместно с периферийными устройствами (оповещателями, исполнительными устройствами).

6.4. Методика технико-экономического обоснования противопожарных мероприятий

6.4.1. На стадии разработки проекта реконструкции целесообразно выполнение технико-экономического обоснования противопожарных мероприятий для решения следующих задач:

- принятие экономически целесообразного варианта решения обеспечения пожарной безопасности здания;
- при невозможности выполнения нормативного требования обоснование достаточности принимаемых компенсирующих средств противопожарной защиты на основе оценки пожарной опасности объекта и эффективности противопожарных мероприятий.

Эффективность противопожарного мероприятия определяется на основе сопоставления денежных средств, связанных с реализацией принимаемого решения по обеспечению пожарной безопасности при выполнении реконструкции объекта.

Величина денежных средств, получаемых за счет предотвращения материальных потерь от пожара в принимаемом варианте, рассчитывается как разность между величиной ожидаемых материальных потерь от пожара при выполнении противопожарного мероприятия и величиной материальных потерь при отсутствии противопожарного мероприятия.

Величина предотвращенных материальных потерь сравнивается с затратами, связанными с выполнением противопожарного мероприятия.

6.4.2. Критерием экономической эффективности противопожарного мероприятия (совокупности мероприятий) является получаемый от его реализации интегральный экономический эффект (ИЭЭ), учитывающий материальные потери от пожаров, а также капитальные вложения и затраты на выполнение мероприятия.

Интегральный экономический эффект определяется как сумма текущих эффектов за весь расчетный период, приведенная к начальному периоду планирования с учетом стоимости финансовых ресурсов во времени, которая определяется нормой дисконта, или как превышение интегральных результатов над интегральными затратами.

Если ИЭЭ от использования противопожарного мероприятия положителен, решение является эффективным (при данной норме дисконта) и может рассматриваться вопрос о его принятии. Если при осуществлении решения будет получено отрицательное значение ИЭЭ, инвестор понесет убытки, т.е. проект неэффективен. Выбор наиболее эффективного решения осуществляется исходя из условия

$$\text{ИЭЭ} \Rightarrow \max. \qquad (1)$$

6.4.3. Интегральный экономический эффект для постоянной нормы дисконта определяется по формуле

$$\text{ИЭЭ} = \sum_{t=0}^{T} (П_t - О_t)/(1 + \text{НД})^t, \qquad (2)$$

где $П_t$ — предотвращение потерь денежных средств при пожаре в течение интервала планирования в результате использования противопожарных мероприятий на t-м шаге расчета;

$О_t$ — затраты денежных средств на выполнение противопожарных мероприятий на том же шаге;

T — горизонт расчета (продолжительность расчетного периода); он равен номеру шага расчета, на котором производится окончание расчета.

$$\text{ИЭЭ} = (П_t - О_t),$$

эффект, достигаемый на t-м шаге:

t — год осуществления затрат;

НД — постоянная норма дисконта, равная приемлемой для инвестора норме дохода на капитал, или

$$\text{ИЭЭ} = \sum_{t=0}^{T}([M(П_1) - M(П_2)] - [З_2 - З_1])\frac{1}{(1 + \text{НД})^t} - (K_2 - K_1), \quad (3)$$

$M(П_1)$, $M(П_2)$ — расчетные годовые материальные потери в базовом и планируемом вариантах, руб/год;

K_1 и K_2 — капитальные вложения на осуществление противопожарных мероприятий в базовом и планируемом вариантах, руб.;

$З_1$ и $З_2$ — эксплуатационные расходы в базовом и планируемом вариантах в t-м году, руб/год.

В качестве расчетного периода T принимается либо срок службы здания, либо иной, более короткий обоснованный период.

6.4.4. Эксплуатационные расходы по вариантам в t-м году определяются по формуле

$$З = А + Э, \quad (4)$$

$А$ — затраты на амортизацию систем противопожарных мероприятий, руб/год;

$Э$ — эксплуатационные затраты указанных систем (зарплата обслуживающего персонала, текущий ремонт и др.), руб/год.

6.4.5. При расчете денежные потоки шага t приводятся к начальному моменту времени через коэффициент дисконтирования. Для года t коэффициент дисконтирования при постоянной норме дисконта имеет вид:

$$Д = 1/(1 + \text{НД})^t. \quad (5)$$

6.4.6. Материальные годовые потери от пожара $M(П)$, руб/год, при наличии статистических данных о потерях от пожаров на объектах, аналогичных рассматриваемому, могут быть определены как вероятностная величина, равная среднегодовым потерям за прошлые годы:

$$M(П) = \sum_{i}^{T}\frac{П_i}{F_i}/T, \quad (6)$$

где $П_i$ — полные потери от пожаров в каждом году на рассматриваемых объектах, руб.;

F_i — площадь объектов, на которых суммируются потери, м^2;

i — число случаев в рассматриваемом количестве, лет;

T — количество лет, принятых в расчете.

При отсутствии статистических данных ожидаемые потери рассчитываются исходя из стоимости здания и технологии, размеров повреждений, вероятности возникновения и тушения пожара средствами, предусматриваемыми для пожарной защиты объекта.

Пример технико-экономического обоснования

Реконструируемое здание предприятия бытового обслуживания предназначено для ремонта бытовой и радиоэлектронной промышленности.

Здание двухэтажное, площадью застройки 1800 м^2, развернутая площадь — 3600 м^2.

Категория здания по взрывопожарной и пожарной опасности по НПБ 105 — В.

Колонны здания — металлические обетонированные.

Перекрытие и покрытие — железобетонные плиты по металлическим балкам.

Конструктивное решение здания отвечает требованиям IV степени огнестойкости, класса конструктивной пожарной опасности С0 по СНиП 21-01.

При реконструкции в здании будет размещено производство, в помещениях которого величину пожарной нагрузки следует принимать по таблице 6.1.

Таблица 6.1 — **Величина пожарных нагрузок**

№ п п	Наименование помещений	Пожарная нагрузка, МДж/м^2
1	Административные	500—650
2	Производственные	900
3	Бытовые	350
4	Складские	1750

Анализ значений пожарной нагрузки в помещениях позволяет предположить, что воздействие возможного пожара по интенсивности и длительности может вызвать потерю несущей способности незащищенными стальными конструкциями перекрытия за время до прибытия подразделений пожарной охраны. В результате возможны большие разрушения и большие материальные потери.

Предотвращение таких потерь может обеспечиваться выполнением огнезащиты металлических несущих конструкций перекрытий. При выполнении огнезащиты, обеспечивающей предел огнестойкости несущих конструкций перекрытий R45, степень огнестойкости здания устанавливается — III при классе пожарной опасности С0.

Технико-экономическое сравнение выполнялось для вариантов зданий без огнезащиты и с дополнительными затратами, связанными с выполнением огнезащитных работ.

Для оценки возможных потерь прогнозировались условия протекания пожара при различных его сценариях:

1. Здание с незащищенными металлическими конструкциями IV степени огнестойкости, класса пожарной опасности С0.

2. Здание с огнезащитой несущих конструкций III степени огнестойкости, класса пожарной опасности С0.

В соответствии с МДС 21-3.2001 определяем составляющие математического ожидания годовых потерь от пожаров при возникновении пожаров в наиболее пожароопасных помещениях.

Исходя из экспертной оценки, учитывая однородность вида горючих веществ и материалов, наихудшим вариантом развития пожара принимается пожар в одном из складских помещений, в котором содержится наибольшее количество пожарной нагрузки, — 1750 МДж/м^2.

В 1-м варианте при прибытии подразделений пожарной охраны в пределах 15 мин развитие пожара происходит в пределах одного складского помещения с максимальной пожарной нагрузкой Площадь пожара в этом случае равна площади помещения — 30 м^2.

При времени прибытия подразделений пожарной охраны за время, большее 15 мин, проверяем возможность обрушения несущих конструкций. В помещении возможен объемный пожар, регулируемый вентиляцией.

Рассчитываем продолжительность пожара по формуле

$$t = \frac{1750 \cdot 30}{6285 \cdot 7{,}2\sqrt{1{,}8}} = 0{,}86 \text{ ч.}$$

В зависимости от продолжительности пожара и проемности помещения определяем эквивалентную продолжительность пожара для конструкций перекрытия. Она составляет 0,6 ч. Предел огнестойкости металлических конструкций перекрытия составляет 0,25 ч. Следовательно, $t_{экв} > П$, и в результате пожара возможны обрушение перекрытия и переход горения с этажа на этаж.

При огнезащите металлических конструкций до предела огнестойкости 0,75 ч обрушения перекрытия не происходит, и прибывшие подразделения пожарной охраны обеспечивают тушение в пределах помещения, в котором произошел пожар.

Рассчитываем ожидаемые годовые потери при различных сценариях развития пожаров с учетом возможного количества товаров на площади пожара в каждом варианте.

Стоимость 1 м^2 здания без огнезащиты вместе с оборудованием составляет 13 050 руб., в том числе стоимость оборудования — 2900 руб/м^2

Стоимость огнезащитных работ составила 2 088 000 руб.

Для 1-го варианта:

$$M(П_1) = 0{,}0000097 \cdot 3600 \cdot 2900 \cdot 4(1 + 0{,}98)0{,}79 = 633{,}6 \text{ руб/год};$$

$$M(П_2) = 0{,}0000097 \cdot 3600 \cdot 13050 \cdot 3600(1 + 0{,}98) \cdot (1 - 0{,}79) = 682\,137 \text{ руб/год}.$$

Для 2-го варианта:

$$M(П_1) = 0{,}0000097 \cdot 3600 \cdot 2900 \cdot 4(1 + 0{,}98)0{,}79 = 633{,}6 \text{ руб/год};$$

$$M(П_2) = 0{,}0000097 \cdot 3600 \cdot 2900 \cdot 30(1 + 0{,}98) \cdot (1 - 0{,}79)0{,}95 = 1200 \text{ руб/год}.$$

$$M(П_3) = 0{,}0000097 \cdot 3600 \cdot 13630 \cdot 3600(1 + 0{,}98) \cdot [1 - 0{,}79 - (1 - 0{,}79)0{,}95] = 35\,623 \text{ руб/год}.$$

Таким образом, общие ожидаемые годовые потери составят:
в 1-м варианте:

$$M(П) = 633{,}6 + 672137 = 672770{,}6 \text{ руб/год}.$$

Во 2-м варианте:

$$M(П) = 633{,}6 + 1200 + 35623 = 37456{,}6 \text{ руб/год}.$$

Рассчитываем значение показателя уровня пожарной опасности корпуса для здания.

В 1-м варианте: $У_{п.о}$ = 672770,6/46 980 000 = 143,2 коп/100 руб.

Во 2-м варианте при выполнении на объекте огнезащиты металлических конструкций перекрытий: $У_{п.о}$ = 37456,6/49 068 000 = = 7,6 коп/100 руб.

Рассчитываем интегральный экономический эффект ИЭЭ по формуле (3) при норме дисконта 10 % для 2-го варианта проектного решения, т.е. здания III степени огнестойкости с огнезащитой металлических конструкций перекрытий:

$$R = 672770,6 - 37456,6 = 635\ 314 \text{ руб.}$$

Таким образом, интегральный экономический эффект при повышении огнестойкости строительных конструкций составит (см. таблицу 6.2):

ИЭЭ = 1 798 645 руб. при расчете за период 10 лет.

Таблица 6.2 — **Расчет интегрального экономического эффекта**

Год осуществления проекта	R_t	K_t	$З_t$	$Д$	$(R_t - З_t)Д$	Чистый дисконтированный поток доходов по годам проекта
1	635314	2088000	—	0,91	578135,7	−1 509 864
2	635314	—	1500	0,83	526065,6	635 314
3	635314	—	1500	0,75	475360,5	475 360,5
4	635314	—	1500	0,68	430993,5	430 993,5
5	635314	—	1500	0,62	392964,7	392 964,7
6	635314	—	1500	0,56	354935,8	354 935,8
7	635314	—	1500	0,51	323245,1	323 245,1
8	635314	—	1500	0,47	297892,6	297 892,6
9	635314	—	1500	0,42	266201,9	266 201,9
10	635314	—	1500	0,38	240849,3	240 849,3

7. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ОБСЛЕДОВАНИЙ ЗДАНИЙ

7.1. Обследование зданий требует от исполнителей соблюдения определенных правил по технике безопасности, которые в общем случае регламентируются СНиП 12-04.

Кроме этого, при обследовании производственных зданий необходимо соблюдать правила техники безопасности, установленные для предприятия, в котором производятся обследовательские работы. Конкретные мероприятия по технике безопасности на данном объекте регламентируются заказчиком и руководителем работ по инженерному обследованию здания.

7.2. Перед началом работ лицам, проводящим натурные обследования, необходимо пройти вводный (общий) инструктаж в отделе техники безопасности предприятия.

7.3. Работники, проводящие обследования в помещениях с вредными и опасными условиями труда, а также на высоко расположенных конструкциях, должны проходить предварительный медицинский осмотр.

7.4. Лица, проводящие натурные обследования, должны быть обеспечены соответствующей спецодеждой, а также средствами спецзащиты (каски, защитные очки, респираторы и т.п.) в соответствии с действующими правилами, условиями и характером работ в помещении.

7.5. При очистке элементов конструкций от грязи, пыли и ржавчины металлическими щетками или другими инструментами и приспособлениями работники должны быть обеспечены защитными очками, а при очистке с использованием различных растворителей — защитными очками, резиновыми перчатками и фартуками.

7.6. При нахождении людей на крыше они должны быть обеспечены предохранительными поясами и спецобувью. Работа на крыше разрешается после надежного закрепления предохранительных поясов. Запрещается работать на крыше во время гололедицы, густого тумана, ливневого дождя, снегопада и ветра силой 6 баллов и более.

7.7. Передвижения по ферме, ригелю или балке разрешаются только при наличии надежно закрепленного предохранительного пояса.

7.8. При работе с мостового крана и перемещении на кране следует выделять специального сигнальщика, который отвечает за безопасность работы и руководит работой крановщика.

7.9. При подъеме и спуске исполнителей с аппаратурой по крутым лестницам не разрешается одновременно находиться на лестнице более одного человека.

7.10. Зона, опасная для нахождения людей, обозначается знаками.

7.11. Если при предварительном обследовании были выявлены участки зданий или отдельные конструкции, находящиеся в предаварийном или аварийном состоянии, необходимо немедленно информировать дирекцию данного объекта и выдать в письменном виде рекомендации по осуществлению противоаварийных мероприятий.

В рекомендациях необходимо предусмотреть прекращение эксплуатации оборудования и вывод людей из опасной зоны (при наличии очевидной угрозы обрушения конструкций), установку предупредительных надписей, указателей проходов и проездов, укрепление и разборку аварийных конструкций.

7.12. Переход через движущиеся устройства и оборудование, например транспортеры, разрешается только в специально отведенных местах.

7.13. При работе в труднодоступных местах, где воможны повышенные концентрации токсичных веществ, группа, выполняющая обследование, должна состоять не менее чем из трех людей, один из которых имеет возможность наблюдать за выполнением работ из безопасного места.

7.14. В зданиях с агрессивными твердыми или жидкими средами обследовать конструкции, находящиеся выше уровня глаз, без защитных очков не разрешается.

7.15. Все работы, связанные с установкой и подключением измерительных приборов, следует согласовать с дирекцией данного объекта и принять меры для обеспечения их сохранности.

Приборы, включаемые в сеть с напряжением выше 36 В, должны быть заземлены и не иметь неизолированных контактов. Подключение приборов, работающих от переменного тока, производится соответствующим типом кабеля, проложенного в местах, исключающих его повреждение.

К работе с электроприборами допускаются лица, имеющие допуск к выполнению указанных работ. Работы в зоне источников тока

или токоподводящих устройств разрешаются только после обесточивания последних.

Перед выездом на объект следует проверить исправность измерительной аппаратуры и после ее транспортировки и размещения на обследуемом объекте — удостовериться в ее исправности.

7.16. Руководители организации, в которой производятся обследования, а также руководитель работ по обследованию здания несут установленную законом ответственность за невыполнение или ненадлежащее выполнение возложенных на них обязанностей по технике безопасности.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

СТЕПЕНИ ПОВРЕЖДЕНИЯ, КАТЕГОРИИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ИХ ПРИЗНАКИ

Степень повреждения	Снижение несущей способности, %	Характерные признаки повреждения	Категория технического состояния конструкций
I — незначительная	0—5	Видимые повреждения и дефекты, свидетельствующие о снижении несущей способности и эксплуатационной пригодности, отсутствуют	Исправное — отсутствуют видимые дефекты и повреждения, свидетельствующие о снижении несущей способности и эксплуатационной пригодности конструкции: необходимости в ремонтно-восстановительных работах на момент обследования нет
II — слабая	5—15	Состояние поверхности бетона конструкции незначительно отличается от неповрежденных конструкций. Защитный слой бетона откалывается с трудом по углам на глубину до 10 мм; при оценке прочности бетона зубилом остается неглубокий след, звук звонкий, при царапании остаются малозаметные штрихи. При температурном воздействии изменение цвета бетона незначительно. Температурно-усадочные трещины на поверхности бетона отсутствуют	Работоспособное — имеющиеся дефекты и повреждения не снижают несущую способность и эксплуатационную пригодность конструкции; защитные свойства бетона по отношению к арматуре на отдельных участках исчерпаны; требуется их восстановление, устройство и восстановление гидроизоляции и антикоррозионной защиты
III — средняя	15—25	Поверхность бетона конструкции покрыта сеткой неглубоких температурно-усадочных тре-	Ограниченно работоспособное — существуют повреждения, сви-

		щин, защитный слой бетона при простукивании бетона молотком откалывается только по углам на глубину до 20 мм. При определении прочности бетона зубилом остается незаметный след на поверхности бетона. При температурном воздействии цвет бетона изменяется незначительно (до розового оттенка). Прогиб статически определимой конструкции не превышает предельно допустимого	детельствующие о снижении несущей способности и эксплуатационной пригодности конструкции, но на момент обследования не угрожающих безопасности работающих и обрушению; требуется усиление
IV — сильная	25—50	На поверхности бетона имеются глубокие трещины с шириной раскрытия до 1 мм. Защитный слой бетона при легком простукивании молотком отслаивается на глубину более 30 мм. При определении прочности бетона зубило легко вбивается в бетон на глубину до 10 мм. При ударе звук бетона глухой. При температурном воздействии цвет бетона сильно изменяется (до белого). Прогиб статически определимой конструкции превышает предельно допустимый в 2—4 раза	Недопустимое — существуют повреждения, свидетельствующие об опасности пребывания людей в районе обследуемых конструкций; требуются немедленные страховочные мероприятия: ограничение нагрузок (недопущение складирования материалов, деталей и др., ограничение грузоподъемности кранов и их сближения); устройство предохранительных сеток и др.
V — полное разрушение	Свыше 50 или при полной потере несущей способности конструкции	В конструкции имеются трещины с шириной раскрытия 1,5 мм, трещины в сжатой зоне (раздавливание бетона), трещины в опорных узлах (нарушающие анкеровку рабочей арматуры). Остаточные прогибы конструкции в 5—10 раз превышают предельно допустимые. При простукивании бетона звук глухой, зубило легко вбивается на глубину более 30 мм	Аварийное — существуют повреждения, свидетельствующие о возможности обрушения конструкций, требуется немедленная разгрузка конструкции и устройство временных креплений

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

СТЕПЕНИ ПОВРЕЖДЕНИЯ, КАТЕГОРИИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КАМЕННЫХ И АРМОКАМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ИХ ПРИЗНАКИ

Степень повреждения	Снижение несущей способности, %	Характерные признаки повреждения	Категория технического состояния конструкций
I — незначительная	0 — 5	Видимые повреждения и дефекты, влияющие на несущую способность и эксплуатационную пригодность отсутствуют	Исправное — конструкции отвечают предъявленным к ним эксплуатационным требованиям. Ремонтных работ не требуется. Состояние конструкции удовлетворительное
II — слабая	5 — 15	Размораживание и выветривание кладки, отслоение облицовки на глубину до 15 % толщины. Огневое повреждение кладки стен и столбов при пожаре на глубину не более 0,5 см (без учета штукатурки). Вертикальные и косые трещины (независимо от длины и величины раскрытия), пересекающие не более двух рядов кладки	Работоспособное — имеющиеся дефекты и повреждения не препятствуют нормальной эксплуатации зданий и сооружений. Требуется текущий ремонт по восстановлению эксплуатационных характеристик конструкций
III — средняя	15 — 25	Размораживание и выветривание кладки, отслоение облицовки на глубину до 25 % толщины. Вертикальные и косые трещины в несущих стенах и столбах на высоту не более четырех рядов кладки.	Ограниченно работоспособное — в конструкции наблюдаются деформации и дефекты, свидетельствующие о снижении ее несущей способности, но не влекущие за собой

		Наклоны и выпучивания стен и фундаментов в пределах этажа не более чем на $^1/_6$ их толщины. Образование вертикальных трещин между продольными и поперечными стенами: разрывы или выдергивания отдельных стальных связей и анкеров крепления стен к колоннам и перекрытиям. Местное (краевое) повреждение кладки на глубину до 2 см под опорами ферм, балок, прогонов и перемычек в виде трещин и лещадок; вертикальные трещины по краям опор, пересекающие не более двух рядов кладки. Смещение плит перекрытий на опорах не более $^1/_5$ глубины заделки, но не более 2 см. Огневое повреждение при пожаре кладки армированных и неармированных стен и столбов на глубину до 2 см (без штукатурки)	обрушения. Состояние конструкций технически неисправно. Конструкции подлежат ремонту и усилению с проведением, при необходимости, страховочных мероприятий по их разгрузке и недопущению дальнейшего развития повреждений
IV — сильная	25 — 50	Большие обвалы в стенах. Замораживание и выветривание кладки на глубину до 40 % толщины. Вертикальные и косые трещины (исключая температурные и осадочные) в несущих стенах и столбах на высоту не более восьми рядов кладки. Наклоны и выпучивания стен в пределах этажа на $^1/_3$ их толщины и более. Смещение (сдвиг) стен, столбов и фундаментов по горизонтальным швам или косой штрабе	Недопустимое — в конструкциях наблюдаются деформации и дефекты, свидетельствующие о потере ими несущей способности. Состояние конструкций аварийное. Возникает угроза обрушения. Необходимо запрещение эксплуатации аварийных конструкций, прекращение технологического процесса и немед-

Окончание приложения 2

Степень повреждения	Снижение несущей способности, %	Характерные признаки повреждения	Категория технического состояния конструкций
		Отрыв продольных стен от поперечных в местах их пересечения, разрывы или выдергивания стальных связей и анкеров, крепящих стены к колоннам и перекрытиям. Повреждение кладки под опорами ферм, балок и перемычек в виде трещин, раздробления камня или смещение рядов кладки по горизонтальным швам на глубину более 2 см, образование вертикальных или косых трещин, пересекающих до четырех рядов кладки. Смещение плит перекрытий на опорах более $^1/_5$ глубины заделки в стене. Огневое повреждение кладки стен и столбов при пожаре достигает 5—6 см	ленное удаление людей из опасных зон. Необходимо усиление конструкций и проведение ремонтных работ. При невозможности или нецелесообразности усиления следует произвести разборку конструкций
V — полное разрушение	Свыше 50 или при полной потере несущей способности конструкции	Разрушение отдельных конструкций и частей здания. Размораживание и выветривание кладки на глубину 50 % толщины стены и более	Аварийное — конструкции подлежат разборке. Необходимо ограждение опасных зон

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

СТЕПЕНИ ПОВРЕЖДЕНИЯ, КАТЕГОРИИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ИХ ПРИЗНАКИ

Степень повреждения	Снижение несущей способности, %	Характерные признаки повреждения	Категория технического состояния конструкций
I — незначительная	0 — 5	Видимые повреждения конструктивных элементов, антикоррозионные, лакокрасочные и огнезащитные покрытия отсутствуют. Прогибы не превышают предельно допустимых значений	Исправное — необходимость в проведении ремонтно-восстановительных работ отсутствует
II — слабая	5 — 15	Небольшие вмятины второстепенных и несильно загруженных элементов. Местные искривления, не снижающие несущей способности. Прогибы не превышают предельно допустимых значений. Потеря площади рабочего сечения не превышает 5 %	Работоспособное — конструкции используются без ограничений. Необходимы правка стержней и восстановление защитных покрытий
III — средняя	15 — 25	Повреждения снижают несущую способность, но не сопровождаются потерей несущей способности основных элементов (разрыв второстепенных элементов по всему сечению или их искривление на большой длине, местные искривления основных элементов и т.д.). Прогибы не превышают предельно допустимых значений	Ограниченно работоспособное — необходимо подведение дополнительных стоек, распорок, упоров и т.п. Необходим ремонт по месту без демонтажа конструктивных элементов. Необходима разгрузка элементов до окончания ремонта

Окончание приложения 3

Степень повреждения	Снижение несущей способности, %	Характерные признаки повреждения	Категория технического состояния конструкций
IV — сильная	25 — 50	Полная потеря несущей способности при эксплуатационных нагрузках Разрушение узлов и соединений Разрывы по всему сечению или искривления на большой длине основных элементов Прогибы превышают предельно допустимые значения. Существует опасность для людей и сохранности оборудования	Недопустимое — необходимо прекращение эксплуатации. Подведение временных опор и креплений. Необходимы демонтаж и ремонт конструкций или их замена
V — полное разрушение	Более 50 %	Полная потеря несущей способности, существует опасность обрушения конструкций и частей здания	Аварийное — немедленное прекращение эксплуатации. Ограждение опасных зон, разгрузка конструкций и их разборка с проведением страховочных мероприятий

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

СТЕПЕНИ ПОВРЕЖДЕНИЯ, КАТЕГОРИИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ПРИГОДНОСТИ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ИХ ПРИЗНАКИ

Степень повреждения	Снижение несущей способности, %	Характерные признаки повреждения	Категория технического состояния конструкций
I — незначительная	0 — 5	Видимые повреждения и деформации отсутствуют. Следов биоповреждений нет	Исправное — ремонта и усиления не требуется
II — слабая	5 — 15	Деформации стыковочных соединений и прогибы не превышают допустимых. Имеются следы биоповреждений ненагруженных и слабонагруженных элементов конструкций	Работоспособное — необходимы очистка поверхностей от признаков биоповреждений, дополнительная пропитка антисептиками и восстановление температурно-влажностного режима и несущей способности
III — средняя	15 — 25	Деформации стыковочных соединений и прогибы достигли предельных значений. Имеются признаки биоповреждений по площади несущих конструкций до 15 %	Ограниченно работоспособное — необходимы разгрузка с подведением дополнительных опор, вырезка пораженных элементов и замена их. Восстановление тепловлажностного режима
IV — сильная	25 — 50	Деформации стыковочных соединений и прогибы значительно превышают предельно допустимые значения. Признаки биоповреждений на площади более 15 %	Недопустимое — требуются приостановка эксплуатации, разгрузка и проведение страховочных мероприятий. Необ-

Окончание приложения 4

Степень повреждения	Снижение несущей способности, %	Характерные признаки повреждения	Категория технического состояния конструкций
			ходимы разборка и замена поврежденных элементов
V — полное разрушение	Более 50 %	Деформации стыковочных соединений и прогибы значительно превышают предельно допустимые. Признаки биоповреждений на площади более 30 %. Имеются смещения конструкций с опор, разрывы элементов, выход из плоскости	Аварийное — немедленная разгрузка, ограждение опасных зон, устройство временных креплений. Полная разборка конструкций

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ ДЛЯ ОБСЛЕДОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

№ п.п.	Параметры	Нормативный документ	Приборы обследования
Обследование условий эксплуатации строительных конструкций			
1	Температура и влажность помещений	ГОСТ 12.1.016	Психрометр Ассмана, метеорологический гигрограф М-32, термограф М-КП, термометры, мобильный терморегистратор РТВ-2, термогигрометр ИВА-6А
2	Газовый состав воздуха в помещениях	ГОСТ 12.1.016	Газоанализатор 4Г-2, шахтные интерферометры ШП-3, ШП-5
3	Химический состав агрессивных жидкостей на поверхности конструкций	ГОСТ 28574 ГОСТ 12011	Химический анализ в лабораторных условиях
4	Скорость движения воздуха	ГОСТ 7103	Анемометр крыльчатый МС-13, анемометр чашечный, анемометр цифровой переносной АП-1, кататермометр
5	Освещенность	ГОСТ 24940	Люксометры типа Ю-16, Ю-18
Обмерочные работы			
6	Линейные измерения здания и конструкций	ГОСТ 26433.0 ГОСТ 26433.1	Рулетки металлические, штанген-циркуль, микрометры, измеритель длины «БОШ DHS-20», лазерный дальномер «Disto-basic-set»

Окончание приложения 5

№ п п	Параметры	Нормативный документ	Приборы обследования
7	Измерение вертикальных отметок и перемещения	ГОСТ 24846	Теодолиты Т-1, ЧТЗОП, нивелиры НВ-1, НО-5, Н3, лазер «LM200», трехлучевой лазерный нивелир «PLS3-set»
8	Угловые отклонения	ГОСТ 24846	Теодолит Т-1, оптический квадрант КО-1, КО-1М, углономер «БОШ DNM-6»
9	Измерение прогибов		Миссуры, прогибомер П-1, уровни
10	Ширина и глубина раскрытия трещин		Микроскопы МИР-2, МПБ, щупы, лупы, ультразвуковые приборы УКБ-1, УК-10П, «Бетон-3М»
Обследование несущих строительных конструкций			
11	Определение прочности материала железобетонных и каменных (кирпичных конструкций)	ГОСТ 22690	Склерометр КМ, молоток Кашпарова, молоток Физделя, ОНИКС-2.2, молотки Шмидта РМ, LB. Ультразвуковые приборы Бетон-12, Бетон-22, УКБ-1, УКБ-1М, УКБ-10П, УКБ-16П, УКБ-10ПМ, УК-ПМ, УК-14П, УК-1401
12	Определение прочности раствора в каменной кладке	ГОСТ 22640	Молоток Шмидта LB, «ОНИКС-2.2»
13	Определение твердости и прочности металла		Твердомер ТЭМП-2

14	Расположение арматуры и определение толщины защитного слоя	ГОСТ 22904	Магнитные приборы ИЗС-10Н, ИЗС-2, ИПМ, ИСМ и др., «ПОИСК-2.3», «БОШ DMF-10»
15	Качество сварных швов	ГОСТ 3242	Дефектоскопы магнитографические, гаммаграфические, ультразвуковые
16	Коррозия строительных конструкций		Микроскопы, измерительные инструменты, индикаторы pH
17	Толщина и качество защитных покрытий		Толщиномеры ИТП-1, МТ-300, дефектоскопы ЛКД-1, ЛКД-2
Обследование ограждающих конструкций			
18	Теплофизические свойства ограждающих конструкций	ГОСТ 22629	Тепломеры ИТП-2, ИТП-12, ИТП-МГ4, термощупы и термопары, тепловизоры АТП-44-П, «AGA Thermovision-750», «Thermovision-470»
19	Температура нагрева конструкций и оборудования		Инфракрасный термометр «Кельвин», полупроводниковые термометры ЭТП-1А, ЭТП-2А, термощупы, РТВ-2
20	Воздухопроницаемость конструкций		ИВС-2М, ДСК-3

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

ФОРМА ОПРОСНОГО ЛИСТ (АНКЕТЫ) ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

Уважаемые жильцы!

Администрацией планируется в вашем доме улучшить работу системы отопления и горячего водоснабжения.

Просим вас оказать содействие в проведении обследования вашего дома и заполнить настоящую анкету.

Номер квартиры указывать не требуется, анкета является анонимной.

Ваши ответы помогут улучшить теплоснабжение в вашем доме уже в будущем году, а впоследствии постепенно решить эту проблему и для других домов.

Анкету просьба передать в _____

1	Количество комнат в вашей квартире	☐
2	Этаж	☐
3	Количество постоянно проживающих	☐☐
4	Домашние животные: кошка ☐ собака ☐	другое ☐
5	Фактическая температура воздуха в квартире зимой	... °С
6	Желаемая вами температура воздуха в квартире зимой	... °С
7	Используете ли вы дополнительные меры для повышения температуры воздуха зимой:	
	заклейка притворов окон	ДА НЕТ
	включение электроотопительных приборов	ДА НЕТ
	увеличение числа секций отопительных батарей	ДА НЕТ
	обогрев газовой плитой	ДА НЕТ
	наполнение ванны горячей водой для отопления: часто ☐ иногда ☐ никогда ☐	
	другое (напишите)	
8	Хорошо ли работает система вытяжной вентиляции из кухни, ванной, туалета	ДА НЕТ

Окончание приложения 6

9	Курят ли в вашей семье	ДА НЕТ
10	Как часто вы пользуетесь форточками зимой для проветривания квартиры: постоянно ☐ преимущественно ночью во время сна ☐ для проветривания после приготовления пищи, курения ☐ очень редко ☐ никогда ☐	
11	Бывают ли случаи, когда вашу квартиру перетапливают: иногда осенью ☐ иногда весной ☐ никогда ☐ другое ☐	
12	Пользуетесь ли вы кранами на отопительных приборах для регулирования отопления: часто ☐ иногда ☐ никогда ☐ это невозможно ☐	
13	Много ли у вас в квартире электрических приборов, которыми вы обычно пользуетесь: телевизор ☐ радиоприемник ☐ магнитофон ☐ электрочайник ☐ стиральная машина ☐ холодильник ☐ печь СВЧ ☐ другое ☐	
14	Были ли за последние 2 года перерывы зимой: в отоплении ☐ в горячей воде ☐	
15	Сколько раз за последний год болели вы и члены вашей семьи заболеваниями, которые вы связываете с низкой температурой воздуха в квартире зимой: не болели ☐ болели 1—2 раза ☐ болели ☐ раз (сколько?)	
16	Отключают ли у вас горячую воду: весной ☐ летом ☐ осенью ☐	
17	Если ДА, то на какой срок: неделя ☐ 2 недели ☐ месяц ☐ более месяца ☐	
18	Устраивает ли вас температура горячей воды: ДА ☐ НЕТ ☐	
19	Устраивает ли вас напор горячей воды: ДА ☐ НЕТ ☐	
20	Напор горячей воды колеблется в течение суток: утро ☐ день ☐ вечер ☐	
21	Вы или члены вашей семьи обращались с просьбами или жалобами по вопросам: отопления: ДА ☐ НЕТ ☐ горячего водоснабжения: ДА ☐ НЕТ ☐	

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭНЕРГОАУДИТА И ОБСЛЕДОВАНИЯ ВОЗДУШНО-ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА И ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ЗДАНИЯ

Приборы учета*

№ п.п	Название, тип	Краткая характеристика	Примечания
1	Теплосчетчик ТЭМ-05М-1	Диапазон измерения расхода 0,2—40 м³/ч (d_y50)	Устанавливается на тепловых вводах в здания
2	Адаптер переноса данных АПД-01	Позволяет считывать информацию с теплосчетчика, просматривать, хранить, передавать на принтер или ПЭВМ	Используется один на несколько зданий
3	Счетчик газа СГ-16	Диапазон измерения 10—100 м³/ч (d_y50) 20—200 м³/ч (d_y80)	Устанавливается на вводах газопровода в здания
4	Счетчик горячей воды ОСВ-40	Диапазон измерения 0,2—20 м³/ч (d_y40)	Устанавливается на подающий и циркуляционный трубопровод систем горячего водоснабжения зданий
5	Счетчик холодной воды ОСВ-40	Диапазон измерения 0,2—20 м³/ч (d_y40)	Устанавливается на вводе холодного водопровода зданий

Контрольно-измерительные приборы*

№ п п	Название, тип	Кол-во комплектов	Краткая характеристика	Примечания
1	Инфракрасный термометр «Кельвин»	1	Диапазон измерения −30 °С +400 °С	Для измерения температуры поверхностей
*Тип прибора может быть изменен.				

Окончание приложения 7

№ п п	Название, тип	Кол-во комплектов	Краткая характеристика	Примечания
2	Психрометр аспирационный МВ-4М	10	Диапазон измерения относительной влажности 10—100 %	Для измерения относительной влажности и температуры воздуха
3	Термометр показывающий ТЛ-20	32	Точность измерения 0,1 °С	Для измерения температуры горячей и холодной воды, воздуха
4	Термограф суточный, недельный М-16АС, М-16АН	30	Диапазон измерения −45 °С +55 °С	Для измерения и регистрации температуры воздуха
5	Гигрограф суточный, недельный М-21АС, М-21АН	30	Диапазон измерения относительной влажности воздуха 30—100 %	Для измерения и регистрации относительной влажности воздуха по квартирам
6	Шаровой термометр Вернона-Йокла	2	Точность измерения 0,1 °С	Для измерения результирующей температуры для оценки теплового комфорта
7	Анемометр TESTO U35	1	Диапазон измерения скорости воздуха 0,2—40 м/с, температуры −50 °С + +150 °С	Применяется для замеров расходов вытяжного воздуха
8	Ультразвуковой накладной расходомер «PORTAFLOW-300»	1	Диапазон измерения скорости потока 0,03—8, 0 м/с	Применяется для замеров расходов теплоносителя и воды

*Тип прибора может быть изменен.

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

БАЛАНС ТЕПЛА И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ В ЗДАНИИ НА ХОЛОДНЫЙ ПЕРИОД ГОДА

1. Расчетная тепловая нагрузка систем отопления, вентиляции (кондиционирования воздуха) и горячего водоснабжения здания обычно может быть рассчитана по следующей формуле:

$$Q_{\Sigma} = Q_{\text{мн}} + Q_{\text{вент}} + Q_{\text{инф}} + Q_{\text{гв}} + Q_{\text{вн}}, \qquad (1)$$

где Q_{Σ} — расчетная тепловая нагрузка систем, кВт;
$Q_{\text{мн}}$ — потери тепла через наружные ограждения здания, кВт;
$Q_{\text{вент}}$ — тепловая нагрузка вентиляции, кВт;
$Q_{\text{инф}}$ — потери тепла инфильтрацией, кВт;
$Q_{\text{гв}}$ — тепловая нагрузка горячего водоснабжения, кВт;
$Q_{\text{вн}}$ — внутренние тепловыделения, включая утилизацию тепла вытяжного воздуха, кВт.

Потери тепла через наружные ограждения здания, кВт:

$$Q_{\text{мн}} = \sum \left[k_i F_i (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \right], \qquad (2)$$

где k_i — средний коэффициент теплопередачи через элемент коробки здания, Вт/(м^2·°С);
F_i — поверхность элемента коробки, м^2;
$t_{\text{в}}$ — температура внутреннего воздуха, °С;
$t_{\text{н}}$ — расчетная температура наружного воздуха, °С.

Тепловые потери инфильтрацией:

$$Q_{\text{инф}} = \rho C_p L_{\text{инф}} (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}), \qquad (3)$$

где $L_{\text{инф}}$ — расход инфильтрационного воздуха, м^3/с.

Тепловая нагрузка вентиляции:

$$Q_{\text{вент}} = \rho C_p L (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) K_t - Q_{\text{утил}}, \qquad (4)$$

где ρ — плотность воздуха, кг/м^3;
C_p — теплоемкость воздуха, кДж/(кг·К);
L — расход воздуха в системе вентиляции, м^3/с;
K_t — коэффициент эффективности воздухообмена по явному теплу;
$Q_{\text{утил}}$ — тепло утилизации вытяжного воздуха, кВт.

Тепловая нагрузка горячего водоснабжения:

$$Q_{гв} = 1{,}16 G_{гв}^{макс\ ч}(t_{гв} - t_{хв}) + Q_{тр}, \qquad (5)$$

где $G_{гв}^{макс\ ч}$ — *максимальный часовой расход горячей воды, определяемый* в зависимости от назначения помещения;

$t_{гв}$ и $t_{хв}$ — соответственно температура горячей и холодной воды в холодный и теплый периоды года; $t_{гв} = 55$ °С; $t_{хв} = 5$ °С в холодный период и 15 °С в теплый период;

$Q_{тр}$ — потери тепла в трубопроводах системы горячего водоснабжения.

Внутренние тепловыделения $Q_{вн}$, кВт, учитываются в той мере, насколько они могут использоваться в здании в холодный период года.

Внутренние тепловыделения складываются из:

$Q_{обор}$ — тепла от технологического оборудования и электрических приборов, кВт;

$Q_{осв}$ — *освещения, кВт;*

$Q_{люд}$ — людей;

$Q_{инс}$ — солнечной радиации.

Величина внутренних тепловыделений определяется технологическим заданием на проектирование систем отопления, вентиляции (кондиционирования воздуха) и горячего водоснабжения здания.

Внутренние тепловыделения должны быть рассчитаны также при оценке нагрузки охлаждения здания установками кондиционирования воздуха. Нагрузка охлаждения здания $Q_{охл}$, кВт, определяет количество тепла, которое необходимо отвести из здания для обеспечения в нем нормируемых температурных условий.

$$Q_{вн} = Q_{обор} + Q_{осв} + Q_{люд} + Q_{инс} + Q_{н} + ..., \qquad (6)$$

где $Q_{н}$ — теплопоступления через наружные ограждения здания и за счет инфильтрации.

Для оценки величины внутренних тепловыделений могут быть использованы данные приложения 6.

2. Расчетная тепловая нагрузка систем охлаждения (кондиционирования воздуха) $Q_{охл}$, кВт:

$$Q_{охл} = \rho L(i_{пр} - i_{уд}) / K_{t},$$

где $i_{пр}$ и $i_{уд}$ — соответственно энтальпия приточного и удаляемого воздуха, кДж/кг;

K_t — коэффициент эффективности воздухообмена по полному теплу.

3. Расчетный годовой расход тепла на отопление, вентиляцию (кондиционирование воздуха), горячее водоснабжение и охлаждение здания:

$$Q_{\Sigma}^{год} = Q_{мн}^{год} + Q_{вент}^{год} + Q_{инф}^{год} + Q_{гв}^{год} + Q_{вн}^{год}.$$

Потери тепла через наружные ограждения здания, кВт·ч:

$$Q_{мн}^{год} = \sum [k_i F_i D24] / 1000,$$

где D — градусо-сутки отопительного периода, °С/сут;

24 — коэффициент преобразования градусо-суток в градусо-часы;

1000 — коэффициент преобразования Вт·ч в кВт·ч.

Расход тепла на вентиляцию, кВт·ч:

$$Q_{вент}^{год} = \rho C_p L D24 n_1 n_2 n_3 - Q_{утил},$$

где n_1 — коэффициент, учитывающий время (число суток) работы вентиляции, ч/24·ч/сут;

n_2 — коэффициент, учитывающий время работы вентиляции в течение суток;

n_3 — коэффициент, учитывающий время (число суток) работы вентиляции за неделю, сут/7сут;

$Q_{утил}$ — тепло утилизации вытяжного воздуха, кВт·ч.

Потери тепловой энергии инфильтрацией, кВт·ч:

$$Q_{инф}^{год} = \rho C_p L_{инф} D24.$$

Расход энергии на охлаждение:

$$Q_{охл} = \rho L (i_{пр} - i_{уд}) / K_t;$$

$$Q_{вент}^{год} = \rho C_p L D24 n_1 n_2 n_3 - Q_{утил}.$$

ЛИТЕРАТУРА, НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ И РЕКОМЕНДУЕМЫЕ СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ДОКУМЕНТЫ

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев С.Н. Коррозия и защита арматуры в бетоне. — М.: Стройиздат, 1968.

2. Аронов Р.И. Испытание сооружений. — М.: Высшая школа, 1974.

3. Артамонов В.В. Защита железобетона от коррозии. — М.: 1967.

4. Балалаев Г.А., Медведев В.М., Мощанский Н.А. Защита строительных конструкций от коррозии. — М.: Стройиздат, 1967.

5. Банхиди Л. Тепловой микроклимат помещений. — М.: Стройиздат, 1968.

6. Беляев Б И., Корниенко В.С. Причины аварий стальных конструкции и способы их устранения. — М.: Стройиздат, 1968.

7. Богословский В.Н. Строительная теплофизика. — М.: Высшая школа, 1982.

8. Бойко М Д. Диагностика повреждений и методы восстановления эксплуатационных качеств зданий. — Л.: Стройиздат, 1975.

9. Быховская М.С., Гинзбрук С.А., Халилова О.Д. Методика определения вредности веществ в воздухе. — М.: Химия, 1966.

10. Васильев Б Ф. Натурные исследования температурно-влажностного режима жилых зданий. — М.: Стройиздат, 1968.

11. Гиндоян А.Г. Тепловой режим конструкций полов. — М.: Стройиздат, 1984.

12. Гиндоян А.Г. Теплотехнические основы проектирования полов из полимерных материалов. — М.: Стройиздат, 1969.

13. Гринберг В.Е., Семетов В.Г. и др. Контроль и оценка состояния несущих конструкций зданий и сооружений в эксплуатационный период. — Л.: Стройиздат, 1982.

14. Гусев Б.Ф., Киреев Н.П. Освещение промышленных зданий. — М.: Стройиздат, 1968.

15. Долматов В.Я., Ким И.П., Фиговский О.Л. и др. Полы промышленных зданий. — М.: Стройиздат, 1978.

16. Долматов В.Я., Белоусов Е.Д. Прибор для испытания полов под нагрузкой. — М.: БТИ НИИОМТП, 1959.

17. Естественное освещение и инсоляция зданий / Под ред. проф. Н.М. Гусева. — М.: Стройиздат, 1968.

18. Зенков Н.И. Строительные материалы и их поведение в условиях пожара. — М.: ВИПТШ МВД СССР.

19. Карслоу Г., Егер Д. Теплопроводность твердых тел. — М.: Наука, 1964.

20. Кикин А.И., Васильев А.А., Кошутин Б.Н. Повышение долговечности металлических конструкций промышленных зданий. — М.: Стройиздат, 1968.

21. Коздоба Л.А. Методы решения нелинейных задач теплопроводности. — М.: 1975.

22. Лещинский М.Ю. Испытание бетона. Справочное пособие. — М.: Стройиздат, 1980.

23. Лифанов И.С., Шерстюков Н.Г. Метрология, средства и методы контроля качества в строительстве.

24. Лужин О.В., Злочевский А.Б. Обследование и испытание сооружений. — М.: Стройиздат, 1987.

25. Лыков А.В. Теория теплопроводности. — М.: Высшая школа, 1967.

26. Милованов А.Ф. Огнестойкость железобетонных конструкций. — М.: Стройиздат, 1986.

27. Мизернюк Б.И., Рыбаков Ю.Д. Примерная программа обследования железобетонных конструкций в условиях эксплуатации. В сб. Анализ работы железобетонных конструкций в условиях эксплуатации. — М.: НИИЖБ, 1970.

28. Москвин В.М., Иванов Ф.М. и др. Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты. — М.: Стройиздат, 1980.

29. Нарывай Г.А. Техническая эксплуатация зданий. — М.: Стройиздат, 1990.

30. Реконструкция зданий и сооружений. /Под ред. проф. А.Л. Шагина. — М.: Высшая школа, 1991.

31. Сеченок Н.М. Техническая эксплуатация жилых зданий. Справочное пособие. — Киев: Будевельник, 1974.

32. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. — М.: Стройиздат, 1973.

33. Эльтерман В.М. Вентиляция химических производств. — М.: Стройиздат, 1956.

СНиП 21-01-97*. Пожарная безопасность зданий и сооружений.
СНиП 2.03.01-84*. Бетонные и железобетонные конструкции.
СНиП II-22-81. Каменные и армокаменные конструкции.
СНиП II-23-81*. Стальные конструкции.
СНиП II-25-80. Деревянные конструкции.
СНиП II-89-80*. Генеральные планы промышленных предприятий.
СНиП II-97-76. Генеральные планы сельскохозяйственных предприятий.
СНиП 2.07.01-89*. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений.
СНиП 31-03-2001. Производственные здания.
СНиП 2.09.04-87*. Административные и бытовые здания.
СНиП II-26-76*. Кровли.
СНиП II-3-79*. Строительная теплотехника.
СНиП 23-01-99. Строительная климатология.
СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение.
СНиП 2.03.11-85. Защита строительных конструкций от коррозии.
СНиП 3.03.01-87. Несущие и ограждающие конструкции.
СНиП 2.03.13-88*. Полы.
СНиП 2.04.05-91*. Отопление, вентиляция и кондиционирование.
СНиП 3.05.01-85. Внутренние санитарно-технические системы.
СНиП 12-04-2002. Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство.
ГОСТ 8462--85. Материалы стеновые. Методы определения пределов прочности при сжатии и изгибе.
ГОСТ 5802—86. Растворы строительные. Методы испытаний.
ГОСТ 21718—84. Материалы строительные. Диэлькометрический метод измерения влажности.
ГОСТ 9454—78. Металлы. Метод испытания на ударный изгиб при пониженных, комнатной и повышенных температурах.
ГОСТ 1497—84. Металлы. Методы испытания на растяжение.
ГОСТ 7564—97. Прокат. Общие правила отбора проб, заготовок и образцов для механических и технологических испытаний.

ГОСТ 18661—73. Сталь. Измерение твердости методом ударного отпечатка.
ГОСТ 380—94. Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки.
ГОСТ 9462—88. Лесоматериалы круглые лиственных пород. Технические условия.
ГОСТ 9463—88. Лесоматериалы круглые хвойных пород. Технические условия.
ГОСТ 16483.0—89. Древесина. Общие требования к физико-механическим испытаниям.
ГОСТ 16483.3—84. Древесина. Метод определения предела прочности при статическом изгибе.
ГОСТ 16483.7—71. Древесина. Методы определения влажности.
ГОСТ 17005—82. Конструкции деревянные клееные. Метод определения водостойкости клеевых соединений.
ГОСТ 17580—82. Конструкции деревянные клееные. Метод определения стойкости клеевых соединений к циклическим температурно-влажностным воздействиям.
ГОСТ 25609—83. Материалы полимерные рулонные и плиточные для полов. Метод определения показателя теплоусвоения.
ГОСТ 2678—94. Материалы рулонные кровельные и гидроизоляционные. Методы испытаний.
ГОСТ 23835—79. Материалы рулонные кровельные и гидроизоляционные. Классификация и общие требования.
ГОСТ 26589—94. Мастики кровельные и гидроизоляционные. Методы испытаний.
ГОСТ 26433.0—85. Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерений. Общие положения.
ГОСТ 26433.1—89. Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерений. Элементы заводского изготовления.
ГОСТ 12730.0—78. Бетоны. Общие требования к методам определения плотности, влажности, водопоглощения, пористости и водонепроницаемости.
ГОСТ 17623—87. Бетоны. Радиоизотопный метод определения средней плотности.

ГОСТ 17624—87.	Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности.
ГОСТ 22690—88.	Бетоны Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля.
ГОСТ 10180—90.	Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам.
ГОСТ 18105—86.	Бетоны. Правила контроля прочности.
ГОСТ 28570 - 90.	Бетоны. Методы определения прочности по образцам, отобранным из конструкций.
ГОСТ 10243—75.	Сталь. Метод испытаний и оценки макроструктуры.
ГОСТ 17625—83.	Конструкции и изделия железобетонные. Радиационный метод определения толщины защитного слоя бетона, размеров и расположения арматуры.
ГОСТ 5639—82.	Стали и сплавы. Методы выявления и определения величины зерна.
ГОСТ 22904—93.	Конструкции железобетонные. Магнитный метод определения толщины защитного слоя бетона и расположения арматуры.
ГОСТ 9.301—86. ЕСЗКС.	Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Общие требования.
ГОСТ 9.302—88. ЕСЗКС.	Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Методы контроля.
ГОСТ 15140—78.	Материалы лакокрасочные. Методы определения адгезии.
ГОСТ 6992—68.	Покрытия лакокрасочные. Метод испытания на стойкость в атмосферных условиях.
ГОСТ 9.909—86. ЕСЗКС.	Металлы, сплавы, покрытия металлические и немегаллические неорганические. Методы испытаний на климатических испытательных станциях.
ГОСТ 9.407—84.	Покрытия лакокрасочные. Метод оценки внешнего вида.
ГОСТ 16297 -80.	Материалы звукоизоляционные и звукопоглощающие. Методы испытаний.
ГОСТ 23.204—78.	Обеспечение износостойкости изделий. Метод оценки истирающей способности поверхности при трении.

ГОСТ 23.208—79. Обеспечение износостойкости изделий. Метод испытания материалов на износостойкость при трении о нежестко закрепленные абразивные частицы.
ГОСТ 11214—86. Окна и балконные двери деревянные с двойным остеклением для жилых и общественных зданий. Типы, конструкции и размеры.
ГОСТ 12506—81. Окна деревянные для производственных зданий. Типы, конструкции и размеры.
ГОСТ 23344—78. Окна стальные. Общие технические условия.
ГОСТ 25891—83. Здания и сооружения. Методы определения сопротивления воздухопроницанию ограждающих конструкций (кроме лабораторных испытаний светопрозрачных конструкций и дверных блоков).
ГОСТ 12.1.016—79. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Требования к методикам измерения концентраций вредных веществ.
ГОСТ 1497—84. Металлы. Методы испытания на растяжение.
ГОСТ 12.3.018—79. ССБТ. Системы вентиляционные. Методы аэродинамических испытаний.
ГОСТ 22629—85. Здания и сооружения. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций.
ГОСТ 26602—85. Окна. Метод определения сопротивления теплопередачи.
ГОСТ 21501—93. Правила выполнения архитектурно-строительных рабочих чертежей.
ГОСТ 24940—96. Здания и сооружения. Методы измерения освещенности.
ГОСТ 22690—88. Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля.
ГОСТ 3242—79. Соединения сварные. Методы контроля качества.
НПБ 101-95. Нормы проектирования объектов пожарной охраны.
НПБ 104-03. Системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожарах в зданиях и сооружениях.
НПБ 105-03. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ДОКУМЕНТЫ

1. Инструкция по расчету фактических пределов огнестойкости железобетонных конструкций на основе новых требований строительных норм и правил. ВНИИПО МВД СССР. — М.: 1982.
2. Пособие по определению пределов огнестойкости конструкций, пределов распространения огня по конструкциям и групп возгораемости материалов. — М.: Стройиздат, 1985.
3. Пособие по контролю состояния строительных металлических конструкций зданий и сооружений в агрессивных средах, проведению обследований и проектированию восстановления защиты конструкций от коррозии (к СНиП 2.03.11-85). ЦНИИПроектстальконструкция им. Мельникова. — М.: Стройиздат, 1989.
4. Пособие по проектированию защиты от коррозии бетонных и железобетонных конструкций (к СНиП 2.03.11-85). НИИЖБ. — М.: ЦИТП, 1989.
5. Пособие по проектированию защиты от коррозии каменных, армокаменных и асбестоцементных конструкций (к СНиП 2.03.11-85). ЦНИИСК им. Кучеренко. — М.: Прейскурантиздат, 1988.
6. Пособие по обследованию строительных конструкций зданий. ЦНИИПромзданий. — М.: 1997.
7. Руководство по защите от коррозии лакокрасочными покрытиями строительных бетонных и железобетонных конструкций, работающих в газовлажных средах. НИИЖБ. — М.: Стройиздат, 1978.
8. Руководство по определению и оценке прочности бетона в конструкциях зданий и сооружений. ЦНИИСК им. Кучеренко. НИИЖБ. — М.: Стройиздат, 1979.
9. Руководство по определению прочности бетона в изделиях и конструкциях методом отрыва со скалыванием по ГОСТ 21243—75. — М.: Стройиздат, 1977.
10. Руководство по определению скорости коррозии цементного камня, раствора и бетона в жидких агрессивных средах. НИИЖБ. — М.: Стройиздат, 1975.
11. Руководство по проведению натурных обследований промышленных зданий и сооружений. ЦНИИПромзданий. — М., 1975.

12. Руководство по тензометрированию строительных конструкций и материалов. НИИЖБ. — М.: 1971.
13. Руководство по ультразвуковому контролю качества сварных стыков и тавровых соединений арматуры и закладных деталей железобетонных конструкций. НИИЖБ, МВТУ им. Баумана. — М.: 1981.
14. Руководство по эксплуатации и ремонту кровель из рулонных материалов. ЦНИИПромзданий. — М.: Стройиздат, 1969.
15. Рекомендации по контролю железобетонных конструкций неразрушающими методами. Оргтехстрой. — М., 1987.
16. Рекомендации по методам определения коррозионной стойкости бетона. НИИЖБ. — М., 1988.
17. Рекомендации по натурным обследованиям железобетонных конструкций. НИИЖБ. — М., 1972.
18. Рекомендации по обеспечению надежности и долговечности железобетонных конструкций промышленных зданий и сооружений при их реконструкции и восстановлении. Харьковский ПромстройНИИпроект. — М.: Стройиздат, 1990.
19. Рекомендации по обследованию зданий и сооружений, поврежденных пожаром. НИИЖБ и др. — М.: Стройиздат, 1987.
20. Рекомендации по обследованию и оценке технического состояния крупнопанельных и каменных зданий. ЦНИИСК им. Кучеренко. — М., 1988.
21. Рекомендации по обследованию стальных конструкций производственных зданий. ЦНИИПроектстальконструкция им. Мельникова. — М., 1988.
22. Рекомендации по определению прочности бетона эталонным молотком Кашкарова по ГОСТ 22690.2—77. НИИОУС при МИСИ им. Куйбышева. — М.: Стройиздат.
23. Рекомендации по определению состояния герметиков в эксплуатационных условиях. УкрНИИГМ. — Киев, 1977.
24. Рекомендации по определению технического состояния ограждающих конструкций при реконструкции промышленных зданий. ЦНИИПромзданий. — М.: Стройиздат, 1988.
25. Рекомендации по оценке надежности строительных конструкций по внешним признакам. ЦНИИПромзданий. — М., 1989.

26. Рекомендации по оценке несущей способности сжатых железобетонных элементов с доэксплуатационными трещинами. НИИЖБ. — М., 1986.

27. Рекомендации по оценке состояния железобетонных конструкций в агрессивных средах. НИИЖБ. — М., 1984.

28. Рекомендации по оценке состояния и усилению строительных конструкций промышленных зданий и сооружений. НИИСК. — М.: Стройиздат, 1989.

29. Рекомендации по применению материалов комплексного действия для защиты деревянных конструкций. ЦНИИСК им. Кучеренко. — М., 1982.

30 Рекомендации по расчету светопрозрачных конструкций зданий с учетом светотехнических, теплотехнических, звукоизоляционных качеств и технико-экономических показателей. НИИОСФ. — М.: Стройиздат, 1986.

31. Руководство по эксплуатации строительных конструкций производственных зданий промышленных предприятий. ЦНИИПромзданий. — М.: ГП Информрекламиздат, 1995.

gost.e-ecolog.ru