

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. НОРМАТИВНЫЕ ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЗДАНИЙ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ.....	6
1.1. Практическая работа 1. Определение физического износа инженерных систем и технического состояния конструкций здания	7
1.2. Практическая работа 2. Оценка остаточного ресурса здания и сооружения	16
1.3. Практическая работа 3. Расчет остаточного ресурса конструкции	19
1.4. Практическая работа 4. Расчет остаточного ресурса трубопровода по минимальной вероятной толщине стенки труб на основе результатов диагностики.....	24
2. ОЦЕНКА И ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЗДАНИЙ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ	27
2.1. Практическая работа 5. Расчет основных показателей безотказности инженерных систем и элементов зданий	29
2.2. Практическая работа 6. Расчет долговечности инженерных систем и элементов зданий	31
2.3. Практическая работа 7. Расчет ремонтпригодности инженерных систем и элементов зданий ...	32
3. РЕКОМЕНДАЦИИ К РАЗРАБОТКЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА НА ТЕМУ «РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ КВАРТАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ».....	35
3.1. Цель и задачи курсового проектирования	35
3.2. Содержание, объем и оформление курсового проекта.....	35
3.3. Определение оперативности работы аварийно-диспетчерской службы	36
3.4. Расчет времени неработоспособного состояния элементов системы теплоснабжения микрорайона	38
3.5. Анализ эксплуатационных мероприятий по повышению надежности сложных систем	43
3.6. Расчет резерва времени на восстановление функционирования сложных систем	44
3.7. Технико-экономический анализ эффективности конструктивного решения сложной системы.....	47
3.8. Обоснование способов восстановления работоспособности сложных систем	48
3.9. Обеспечение безопасности и надежности функционирования сложных систем	50
3.10. Расчет комплексного показателя надежности сложных систем	52
ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАЩИТЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА	54
Библиографический список.....	55

ВВЕДЕНИЕ

Учебно-методическое пособие предназначено для выполнения практических заданий и курсового проектирования по дисциплине «Эксплуатационная безопасность объектов жилищно-коммунального комплекса».

В курсовом проекте решаются следующие задачи по предупреждению преждевременного износа и обеспечению эксплуатационной безопасности функционирования зданий и сооружений:

- анализ фактического уровня надежности систем с учетом возможных нарушений технологических процессов и правил эксплуатации;
- построение графиков изменения показателей комфорта при нарушениях в работе систем;
- расчет требуемого уровня надежности и обоснование мероприятий по повышению безопасности инженерных систем;
- составление подробного перечня эксплуатационных мероприятий по восстановлению вероятной толщины стенки труб по результатам диагностики

На практических занятиях рассматриваются следующие основные блоки задач:

- определение физического износа инженерных систем и технического состояния конструкций здания;
- оценка остаточного ресурса здания и сооружения;
- расчет остаточного ресурса конструкции;
- расчет остаточного ресурса трубопровода по минимальной вероятной толщине стенки труб по результатам диагностики;
- расчет основных показателей безотказности инженерных систем и элементов зданий;
- расчет долговечности инженерных систем и элементов зданий;
- расчет ремонтпригодности инженерных систем и элементов зданий.

1. НОРМАТИВНЫЕ ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЗДАНИЙ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Безопасность здания или сооружения в процессе эксплуатации согласно Федеральному закону № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» должна обеспечиваться посредством технического обслуживания, периодических осмотров и контрольных проверок и (или) мониторинга состояния основания, строительных конструкций и систем инженерно-технического обеспечения, а также посредством текущих ремонтов здания или сооружения.

Параметры и другие характеристики строительных конструкций и систем инженерно-технического обеспечения в процессе эксплуатации здания или сооружения должны соответствовать требованиям проектной документации. Указанное соответствие должно поддерживаться посредством технического обслуживания и подтверждаться в ходе периодических осмотров и контрольных проверок и (или) мониторинга состояния основания, строительных конструкций и систем инженерно-технического обеспечения, проводимых в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Эксплуатация зданий и сооружений должна быть организована таким образом, чтобы обеспечивалось соответствие зданий и сооружений требованиям энергетической эффективности зданий и сооружений и требованиям оснащенности зданий и сооружений приборами учета используемых энергетических ресурсов в течение всего срока эксплуатации зданий и сооружений.

Ниже представлен перечень нормативно-технических документов, необходимых для определения технического состояния и обеспечения эксплуатационной безопасности систем теплоснабжения, горячего водоснабжения, холодного водоснабжения, водоотведения и электроснабжения:

- Федеральный закон «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» от 30.12.2009 № 384-ФЗ;
- Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.1997 № 116-ФЗ;
- Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением» (утверждены приказом Ростехнадзора от 15.12.2020 № 536);
- РД 153-34.0-20.522-99 Типовая инструкция по периодическому техническому освидетельствованию трубопроводов тепловых сетей в процессе эксплуатации;
- СТО 70238424.27.060.002-2008 Трубопроводы тепловых сетей. Защита от коррозии. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования;
- МДК 4-02.2001 Типовая инструкция по технической эксплуатации тепловых сетей систем коммунального теплоснабжения;
- РД 153-34.0-20.673-2005 Методические рекомендации по техническому диагностированию трубопроводов тепловых сетей с использованием акустического метода;
- РД 153-34.0-20.518-2003 Типовая инструкция по защите трубопроводов тепловых сетей от наружной коррозии;
- РД 153-34.1-003-01 Сварка, термообработка и контроль трубных систем котлов и трубопроводов при монтаже и ремонте энергетического оборудования;
- РД 34.03.201-97 Правила техники безопасности при эксплуатации тепломеханического оборудования электростанций и тепловых сетей;
- Правила по охране труда при эксплуатации объектов теплоснабжения и теплопотребляющих установок (утверждены приказом Минтруда России от 17.12.2020 № 924н);
- Правила работы с персоналом в организациях электроэнергетики Российской Федерации (утверждены приказом Минэнерго России от 22.09.2020 № 796);

- Особенности работы с персоналом энергетических организаций системы жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (утверждены приказом Госстроя России от 21.06.2000 № 141);

- Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок (утверждены приказом Минэнерго России от 24.03.2003 № 115);

- ГОСТ 14202-69 Трубопроводы промышленных предприятий. Опознавательная окраска, предупреждающие знаки и маркировочные щитки.

1.1. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОГО ИЗНОСА ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ И ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЯ

Определение физического износа инженерных систем

Трубопроводы подвергаются техническому освидетельствованию с целью определения их технического состояния, а также определения категорий трубопроводов и рабочих параметров паровых и водяных тепловых сетей и определения возможности их дальнейшей эксплуатации.

Категория трубопровода, определяемая по рабочим параметрам транспортируемой среды на входе в него (при отсутствии на нем устройств, изменяющих эти параметры), относится ко всему трубопроводу независимо от его протяженности и указывается в проектной документации и паспорте трубопровода.

Трубопроводы теплоснабжения, горячего водоснабжения, водоотведения (напорные) подвергаются следующим видам технического освидетельствования: наружному осмотру и гидравлическому испытанию.

Наружный осмотр трубопроводов может производиться без снятия изоляции или со снятием изоляции.

Наружный осмотр трубопроводов, производимый без снятия изоляции, имеет целью проверку отсутствия видимой течи из трубопровода и заземления трубопровода в компенсаторах (для теплоснабжения), в местах прохода трубопровода через стенки камер, площадки, состояния подвижных и неподвижных опор.

Наружный осмотр трубопроводов, производимый со снятием изоляции, имеет целью выявление изменений формы трубопровода, поверхностных дефектов в основном металле трубопровода и сварных соединениях, образовавшихся в процессе эксплуатации (трещин всех видов и направлений, коррозионного износа поверхностей), и включает визуальный и измерительный контроль.

Решение о необходимости снятия изоляции и проведения измерительного контроля, а также его объемах принимает лицо, ответственное за исправное состояние и безопасную эксплуатацию трубопровода.

Техническое освидетельствование при наружном осмотре в процессе эксплуатации трубопроводов проводится лицом, ответственным за исправное состояние и безопасную эксплуатацию трубопроводов, со следующей периодичностью:

- не реже одного раза в год (за исключением особых случаев);
- не реже одного раза в полгода для сетей холодного водоснабжения диаметром от 600 мм и более;
- не реже одного раза в полгода для сетей водоотведения (напорных) диаметром от 800 мм и более;
- не реже одного раза в полгода для паровых и водяных сетей всех стандартных диаметров;
- предупреждающие локальные наружные осмотры сетей (мест подземной прокладки сетей) в местах проведения мероприятий, подразумевающих массовые скопления людей. Об указанных мероприятиях органы местного самоуправления уведомляют эксплуатирующую организацию не менее чем за семь календарных дней до даты их проведения.

Наружный осмотр трубопроводов холодного водоснабжения и напорных трубопроводов канализации после ремонта, связанного со сваркой, а также при пуске трубопроводов после нахождения их в состоянии консервации свыше шести месяцев производится с обязательной

проверкой запорно-регулирующей арматуры в колодцах и камерах (задвижки: отсекающие, связи, выпускные, сливные).

Зарегистрированные в органах Ростехнадзора трубопроводы тепловых сетей подвергаются:

- наружному осмотру и гидравлическому испытанию перед пуском вновь смонтированного трубопровода (наружный осмотр в этом случае производится до нанесения изоляции и включает визуальный и измерительный контроль), после ремонта, связанного со сваркой, а также при пуске трубопровода после нахождения в состоянии консервации свыше двух лет;
- наружному осмотру не реже одного раза в три года.

Наружный осмотр в процессе работы трубопроводов тепловых сетей в недоступных для осмотра местах (при прокладке в непроходных каналах, бесканальной прокладке) рекомендуется осуществлять путем осмотра трубопроводов в пределах камер и смотровых колодцев без снятия изоляции. Наружный осмотр таких трубопроводов, включающий визуальный и (по решению лица, ответственного за исправное состояние и безопасную эксплуатацию трубопровода) измерительный контроль, с вскрытием грунта и снятием изоляции должен производиться при обнаружении течи или парения из трубопровода, нерасчетных смещений трубопровода, разрушения или увлажнения изоляции и других дефектов.

Для обнаружения дефектов трубопроводов косвенными методами рекомендуется использовать современные методы неразрушающего контроля состояния трубопроводов тепловых сетей: инфракрасная техника, акустические и ультразвуковые течеискатели, методы корреляции, магнитные методы, методы акустической эмиссии, вихретоковые методы, длинноволновые ультразвуковые методы и др.

Вновь смонтированные трубопроводы тепловых сетей подвергаются наружному осмотру и гидравлическому испытанию и (или) 100%-му неразрушающему контролю монтажных сварных соединений до наложения тепловой изоляции на трубы, а в случае применения труб, поставляемых с завода с теплоизоляцией, — до нанесения изоляции на сварные стыки.

Перед первичным техническим освидетельствованием проверяется:

- регистрационный номер трубопровода, записанный в паспорте;
- наличие приказа о назначении лица, ответственного за исправное состояние и безопасную эксплуатацию трубопровода, а также наличие аттестованного обслуживающего персонала;
- наличие инструкции по пуску и обслуживанию трубопровода;
- наличие паспорта трубопровода с основными данными;
- наличие должностной инструкции лица, ответственного за ведение технической документации и паспортизации.

Осмотр водопроводных сетей и колодцев осуществляется с обязательными замерами загазованности колодцев, обязательной вентиляцией колодцев в ключевых камерах с задвижками и осушением камер в случае наличия в них воды.

Осмотр канализационных напорных сетей и колодцев осуществляется с обязательными замерами загазованности колодцев, обязательной вентиляцией колодцев в ключевых камерах с задвижками и осушением камер в случае наличия в них воды.

Осмотр запорно-регулирующей арматуры в камерах и (или) колодцах с прокруткой задвижек осуществляется в соответствии с рекомендациями заводов-изготовителей, но не реже чем один раз в два года — для отсекающих и один раз в три года — для задвижек на связках.

Осмотр сетей, проложенных под землей (в грунтах, в непроходных каналах), осуществляется обходчиками по поверхности. Осмотр заключается в установлении отсутствия фактов провалов грунта, котлованов, нетипичного подтопления, парения (не замерзающие локальные участки земли над теплотрассами или трассами теплоснабжения в зимний период), отсутствия воды в колодцах (для водоснабжения и водоотведения).

Рекомендуется контролировать соблюдение защитных зон прохождения трубопроводов — отсутствия незаконных строений, складирования, парковки тяжелой техники, раскопок, прокладки дорог и (или) временных проездов, высадки деревьев или создания иных видов благоустройств, препятствующих в случае необходимости аварийным раскопкам.

Под физическим износом конструкции, элемента, системы инженерного оборудования и здания в целом следует понимать утрату ими первоначальных технико-эксплуатационных качеств (прочности, устойчивости, надежности и др.) в результате воздействия природно-климатических факторов и жизнедеятельности человека.

Физический износ на момент его оценки выражается соотношением стоимости объективно необходимых ремонтных мероприятий, устраняющих повреждения конструкции, элемента, системы или здания в целом, и их восстановительной стоимости.

Физический износ конструкции, элемента или системы, %, имеющих различную степень износа отдельных участков, следует определять по формуле

$$\Phi_k = \sum_{i=1}^{i=n} \Phi_i \frac{P_i}{P_k}, \quad (1.1)$$

где Φ_i — физический износ участка конструкции, элемента или системы; P_i — размеры (площадь или длина) поврежденного участка, m^2 или m ; P_k — размеры всей конструкции, m^2 или m ; n — число поврежденных участков.

Физический износ здания целиком, %, вычисляют по формуле

$$\Phi_3 = \sum_{i=1}^{i=n} \Phi_{ki} l_i, \quad (1.2)$$

где Φ_{ki} — физический износ отдельной конструкции, элемента или системы, %; l_i — коэффициент, соответствующий доле восстановительной стоимости отдельной конструкции, элемента или системы в общей восстановительной стоимости здания.

Физический износ внутренних систем инженерного оборудования здания в целом должен определяться по табл. 64–71 ВСН 53-86(р) на основании оценки технического состояния элементов, составляющих эти системы. Если в процессе эксплуатации некоторые элементы системы были заменены новыми, физический износ системы следует уточнить расчетным путем на основании сроков эксплуатации отдельных элементов по графикам, приведенным на рис. 1.1–1.5. За окончательную оценку следует принимать большее из значений.

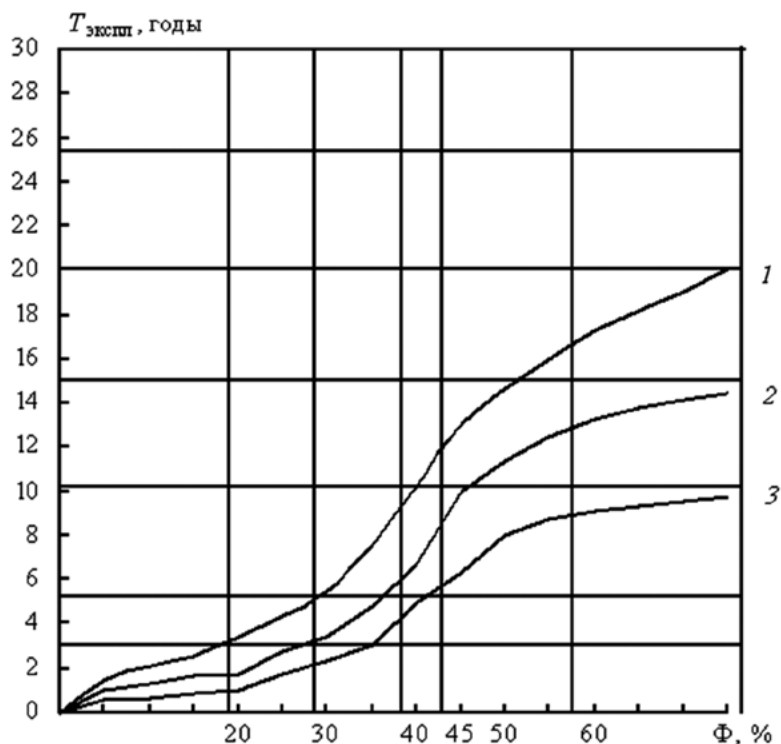


Рис. 1.1. Физический износ системы внутреннего горячего водоснабжения:
 1 — стояки из оцинкованных труб; 2 — полотенцесушители всех видов, магистрали из оцинкованных труб; запорная арматура латунная; смесители всех видов;
 3 — стояки и магистрали из черных труб; запорная арматура чугунная

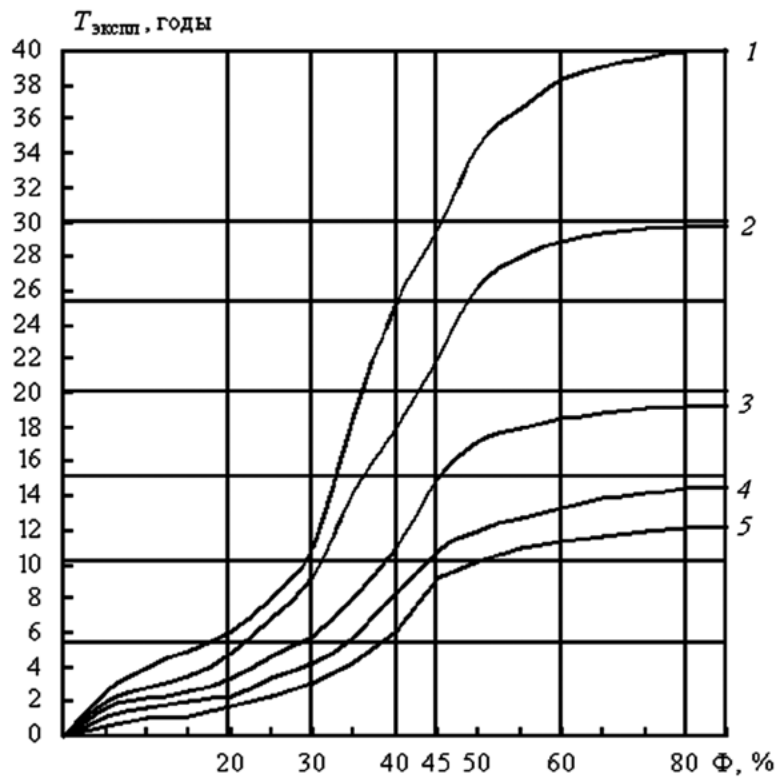


Рис. 1.2. Физический износ системы центрального отопления:
 1 — радиаторы чугунные; 2 — стояки стальные, конвекторы;
 3 — магистральные трубы стальные черные; 4 — калориферы всех видов;
 5 — запорная арматура всех видов

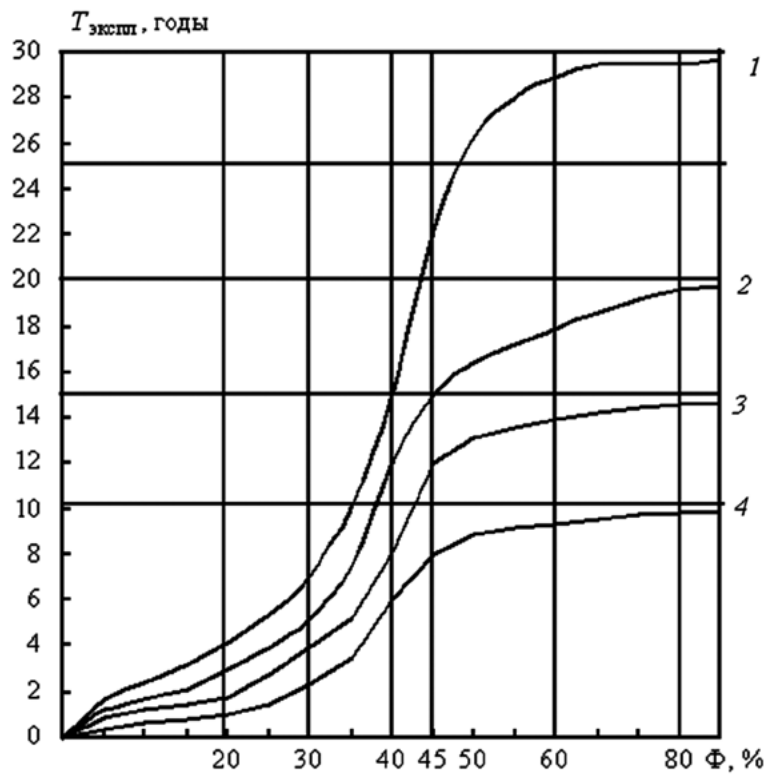


Рис. 1.3. Физический износ системы внутреннего водопровода:
 1 — трубопроводы оцинкованные; 2 — бачки сливные керамические и чугунные;
 3 — трубопроводы стальные черные, трубопроводы ПХВ, краны и запорная арматура латунная;
 4 — краны и запорная арматура чугунные

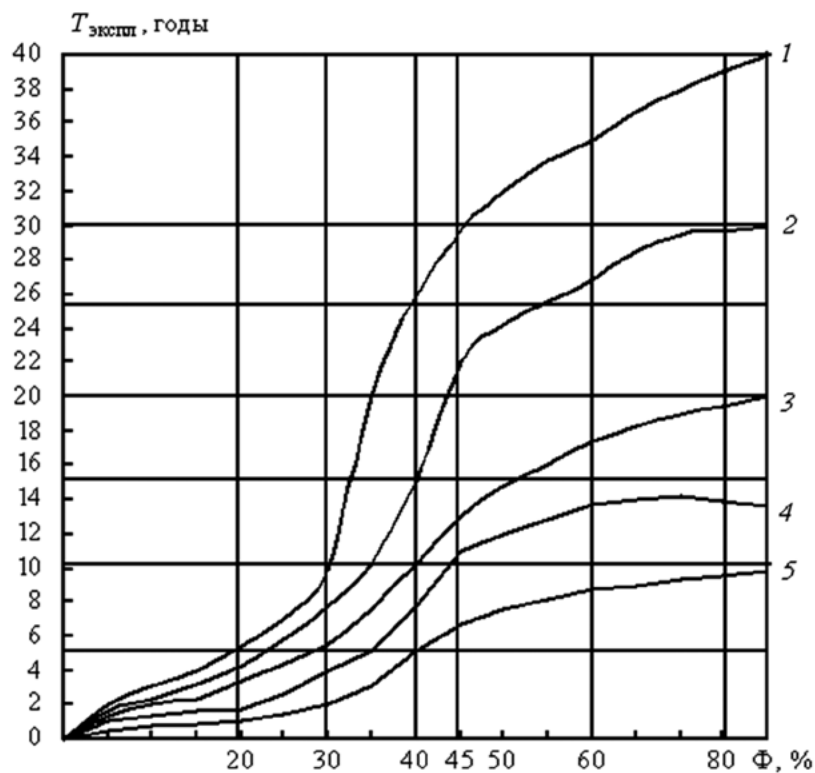


Рис. 1.4. Физический износ системы внутренней канализации:

- 1 — трубопроводы чугунные, ванны чугунные; 2 — мойки и раковины чугунные и из нержавеющей стали; 3 — трубопроводы стальные, ванны стальные, унитазы, мойки, раковины, умывальники керамические, трубопроводы асбоцементные; 4 — мойки и раковины стальные эмалированные; 5 — трубопроводы ПВХ

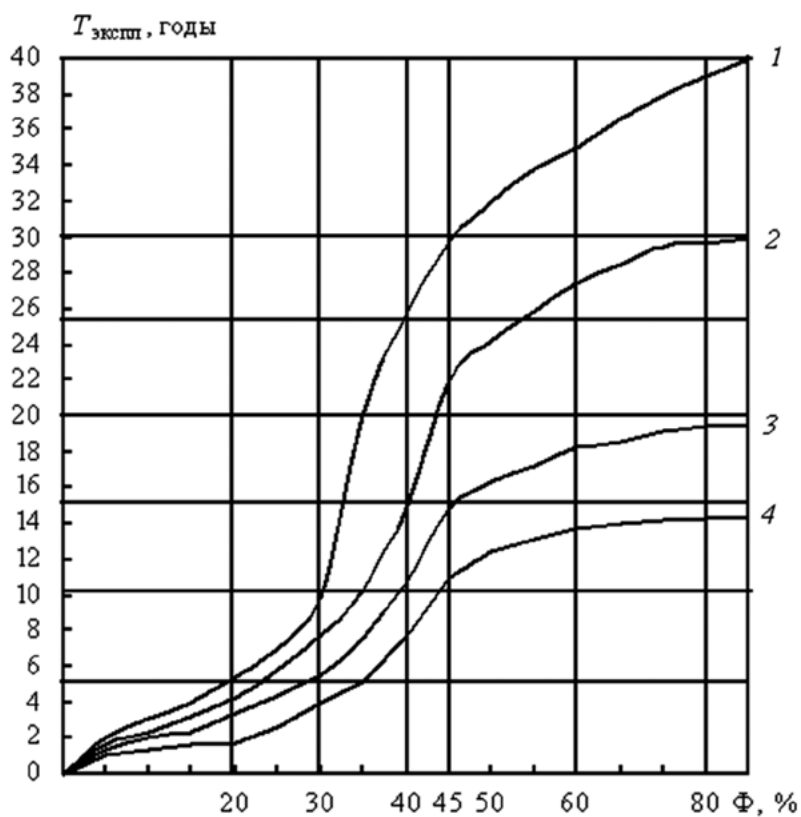


Рис. 1.5. Физический износ системы внутреннего электрооборудования:

- 1 — внутриквартирные сети скрытые; 2 — внутриквартирные сети открытые; 3 — вводно-распределительные устройства, магистрали; 4 — электроприборы

Физический износ системы должен определяться как сумма средневзвешенного износа элементов.

Физический износ газового и лифтового оборудования должен определяться в соответствии со специальными нормативными документами.

Удельные веса элементов в системах инженерного оборудования представлены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

**Удельные веса элементов в системах инженерного оборудования
(по восстановительной стоимости)**

Система инженерного оборудования	Элементы	Удельный вес элемента в системе для зданий этажности			
		1–3	4–6	9–12	более 12
Внутреннее горячее водоснабжение	Магистралы	40	30	25	20
	Стояки	30	40	45	55
	Полотенцесушители	10	13	15	15
	Смесители	10	10	10	7
	Запорная арматура	10	7	5	3
Центральное отопление	Магистралы	35	25	20	15
	Стояки	26	27	29	31
	Отопительные приборы	30	40	45	50
	Запорная арматура	9	7	5	3
	Калориферы	–	1	1	1
Внутренний водопровод	Трубопроводы	45	42	38	35
	Краны и запорная арматура	30	32	34	35
	Бачки смывные	25	25	28	30
Внутренняя канализация	Мойки, раковины, умывальники	25	25	20	20
	Ванные	30	30	35	35
	Унитазы	20	20	25	25
	Трубопроводы	25	25	20	20
Внутреннее электрооборудование	Магистралы	20	20	25	25
	Внутриквартирные сети	25	25	22	22
	Электроприборы	30	32	33	35
	Вводно-распределительные устройства	25	23	20	18

Пример определения физического износа системы центрального отопления

Исходные данные: дом полносборный, 5-этажный, срок эксплуатации — 18 лет. Система центрального отопления выполнена с верхней разводкой из стальных труб и конвекторов. При осмотре выявлено: капельные течи у приборов и в местах их врезки до 20 %, большое количество хомутов на магистрали в техническом подполье (до двух на 10 м), имеются отдельные хомуты на стояках, замена в двух местах трубопроводов длиной до 2 м, значительная коррозия. Три года назад заменены калориферы и 90 % запорной арматуры.

Решение

По табл. 66 ВСН 53-86(р) такому состоянию системы соответствует износ 45 %.

С учетом ранее выполненных замен отдельных элементов системы уточняем физический износ по сроку их эксплуатации (см. рис. 1.2 и табл. 1.1).

Заполняем табл. 1.2.

Сводная таблица результатов

Элементы системы	Удельный вес в восстановительной стоимости системы центрального отопления, %	Срок эксплуатации, лет	Физический износ элементов по графику, %	Расчетный физический износ Φ , %
Магистралы	25	18	60	15
Стойки	27	18	40	10,8
Отопительные приборы	40	18	40	16
Запорная арматура	7	3	30	2,1
Калориферы	1	3	25	0,4

Итого: физический износ системы центрального отопления — 44,3 %.

Принимается физический износ системы 45 %.

Ответ: 45 %.

Оценка технического состояния зданий и конструкций

Оценка технического состояния — установление соответствия конструкций, находящихся в эксплуатации, их предельным состояниям с учетом повреждений, дефектов и отклонений от проекта, которые они получили. Основная задача — создать гарантию по нормальной и безопасной работе конструкций в течение всего срока службы здания.

Основные методы

1. *Оценка безопасности с помощью отдельного коэффициента запаса (метод допускаемых напряжений).* Существуют понятия: расчетное напряжение и допускаемое напряжение в материале. Для каждого материала эти напряжения отличались коэффициентом запаса K . Если $K < 1$, то безопасность не обеспечена; если $K > 1$, то обеспечена. Оценка безопасности этим методом осталась в прошлом, она была весьма приближенной.

2. *Оценка с помощью единого коэффициента запаса (метод расчета по разрушающим нагрузкам).* Здесь учитывается принцип пластического разрушения. Гарантия безопасности в этом методе оценивается единым коэффициентом, когда усилие от внешней нагрузки должно оставаться меньше внутреннего усилия:

$$F_B < \frac{F_B}{K}, K > 1. \quad (1.3)$$

3. *Оценка с помощью частных коэффициентов запаса (расчет по методу предельных состояний).* В этом методе вместо единого коэффициента запаса вводится система частных коэффициентов. Каждый коэффициент оценивает случайные параметры нагрузок, параметры прочностных свойств. Гарантия безопасности записывается как

$$Y_H(Q_n, Y_f, Y_d, N_c) \leq \Phi(A, R_B, Y_B, R_n, Y_s), \quad (1.4)$$

где Y_H — надежность по назначению; Q_n — нормативная нагрузка; Y_f — надежность по нагрузке; Y_d — коэффициент условия работы конструкций; N_c — сочетание нагрузок; A — геометрические размеры; R_B — нормальное сопротивление бетона; Y_B — надежность по бетону; R_n — нормативное сопротивление арматуры; Y_s — надежность по арматуре.

Оценка безопасности работы с использованием частных коэффициентов не учитывает времени.

4. *Метод безопасности работы конструкций с учетом срока службы здания.* В этом расчете появляются понятия: скорость изменения нагрузки во времени, скорость изменения деформации, случайные значения нагрузок, случайные значения геометрических размеров. Этот метод определяет срок службы на основе вероятностной модели с учетом изменения несущей способности и нагрузки.

Оценка технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений заключается в определении степени повреждения, категории технического состояния и возможности дальнейшей эксплуатации их по прямому или измененному (при реконструкции) функциональному назначению.

Оценку технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений производят путем сопоставления предельно допустимых (расчетных или нормативных) и фактических значений, характеризующих прочность, устойчивость, деформативность (по I и II группам предельных состояний) и эксплуатационные характеристики строительных конструкций.

Критерии оценки технического состояния зависят от функционального назначения и конструктивной схемы здания, вида строительной конструкции, материала и т.д.

За предельно допустимые значения критериев оценки технического состояния зданий принимают расчетные схемы, нагрузки и воздействия, прочностные и физико-механические характеристики материалов и конструкций (из проектной документации), геометрические параметры зданий (по рабочим чертежам), эксплуатационные характеристики (по расчетам в проектной документации).

Фактические значения критериев оценки технического состояния строительных конструкций принимаются по результатам визуальных и инструментальных обследований, лабораторных испытаний, поверочных расчетов.

Критерии оценки технического состояния строительных конструкций разделяют на две группы: критерии, характеризующие несущую способность, устойчивость и деформативность, и критерии, характеризующие эксплуатационную пригодность зданий. Предельно допустимые значения критериев оценки технического состояния конструкций зданий устанавливаются нормативными документами.

Техническое состояние конструкций устанавливают на основе оценки совокупного влияния повреждений, дефектов, выявленных в процессе предварительного обследования, поверочных расчетов их несущей способности, устойчивости и эксплуатационной пригодности.

Если один из критериев технического состояния конструкций здания не отвечает требованиям нормативных документов, конструкции необходимо усиливать или заменять.

Оценка технического состояния конструкций здания включает: определение категории технического состояния конструкций с учетом степени повреждения и величины снижения несущей способности; установление эксплуатационной пригодности конструкций по основным критериям (температурно-влажностный режим, загазованность, освещенность, герметичность, звукоизоляция и т.д.); разработку по дальнейшей эксплуатации зданий и сооружений.

При проведении оценки технического состояния конструкций фактические значения критериев оценки параметров конструкций, полученных в результате обследования, сопоставляются с проектными или нормативными значениями.

Оценка технического состояния зданий и сооружений осуществляется на основе анализа результатов детального обследования строительных конструкций и поверочных расчетов несущей способности, эксплуатационной пригодности.

Категории технического состояния

I. *Исправное состояние* — категория технического состояния строительной конструкции или здания и сооружения в целом, характеризующаяся отсутствием дефектов и повреждений, влияющих на снижение несущей способности и эксплуатационной пригодности.

II. *Работоспособное состояние* — категория технического состояния, при которой некоторые из численно оцениваемых контролируемых параметров не отвечают требованиям проек-

та, норм и стандартов, но имеющиеся нарушения требований, например по деформативности, а в железобетоне — и по трещиностойкости, в данных конкретных условиях эксплуатации не приводят к нарушению работоспособности, и несущая способность конструкций с учетом влияния имеющихся дефектов и повреждений обеспечивается.

III. *Ограниченно работоспособное состояние* — категория технического состояния конструкций, при которой имеются дефекты и повреждения, приведшие к некоторому снижению несущей способности, но отсутствует опасность внезапного разрушения и функционирование конструкции возможно при контроле ее состояния, продолжительности и условий эксплуатации.

IV. *Недопустимое состояние* — категория технического состояния строительной конструкции или здания и сооружения в целом, характеризующаяся снижением несущей способности и эксплуатационных характеристик, при котором существует опасность для пребывания людей и сохранности оборудования (необходимо проведение страховочных мероприятий и усиление конструкций).

V. *Аварийное состояние* — категория технического состояния строительной конструкции или здания и сооружения в целом, характеризующаяся повреждениями и деформациями, свидетельствующими об исчерпании несущей способности и опасности обрушения (необходимо проведение срочных противоаварийных мероприятий).

Определение категории технического состояния конструкции определяют по физическому износу конструкции или здания согласно табл. 1.3.

Таблица 1.3

Категория технического состояния здания	
Физический износ, %	Категория технического состояния
До 10	I
10–30	II
31–50	III
51–70	IV
Более 70	V

Пример определения физического износа и технического состояния строительной конструкции

Исходные данные: определить физический износ и техническое состояние 3-слойной железобетонной панели размером 3000 × 3000 мм, если при визуальном обследовании установлены признаки износа 50 % на площади 2,7 м², характеризующиеся множественными горизонтальными трещинами в простенках и вертикальных перемычках шириной до 3 мм и выпучиванием бетонных слоев.

Решение

Расчет физического износа производится согласно п. 1.3 ВСН 53-86(р). Физический износ конструкции, элемента или системы, имеющих различную степень износа отдельных участков, следует определять по формуле (1.1):

$$\Phi_k = 50 \frac{2,7}{9} = 15 \text{ \%}.$$

По табл. 1.3 физический износ в 15 % соответствует II категории технического состояния (работоспособное).

Ответ: 15 %, II категория.

1.2. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 2. ОЦЕНКА ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

Остаточный ресурс здания или сооружения — время (в годах) до наступления предельного технического состояния, при котором дальнейшая эксплуатация их невозможна без проведения капитального ремонта с усилением и частичной заменой конструктивных элементов.

Предельное состояние — состояние здания (сооружения), при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна, либо восстановление его работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно.

Остаточный ресурс здания (сооружения) определяется следующими факторами: начальной надежностью к моменту окончания строительства, продолжительностью службы здания, нагрузками и воздействиями на него. Скорость снижения надежности здания зависит от условий эксплуатации и их стабильности во времени — наличия и величин особых нагрузок, механических и климатических воздействий.

При проведении экспертизы безопасности любого здания или сооружения (например зданий котельных) основная задача — установить, можно ли данные сооружения безопасно эксплуатировать и в течение какого периода. То есть необходимо определить остаточный ресурс этих зданий.

Расчет остаточного ресурса в зависимости от величины надежности здания

Общая оценка поврежденности здания и сооружения производится по формуле

$$\varepsilon = \frac{\alpha_1 \varepsilon_1 + \alpha_2 \varepsilon_2 + \dots + \alpha_i \varepsilon_i}{\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_i}, \quad (1.5)$$

где $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_i$ — средняя величина повреждений отдельных видов конструкций; $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_i$ — коэффициенты значимости отдельных видов конструкций (табл. 1.4).

Коэффициенты значимости конструкций устанавливаются на основе экспертных оценок, учитывающих социально-экономические последствия разрушения отдельных видов конструкций, влияния возможного разрушения рассматриваемой конструкции на обрушение других конструкций, характера разрушения (разрушение с предварительным оповещением посредством развития пластических деформаций или мгновенное хрупкое разрушение).

Относительная оценка надежности здания или сооружения производится по формуле

$$J = 1 - \varepsilon. \quad (1.6)$$

Величину повреждения строительных конструкций через t лет ее эксплуатации определяют по формуле

$$\varepsilon = 1 - e^{-\lambda t}, \quad (1.7)$$

где λ — постоянная износа, определяемая по данным обследования на основании изменения несущей способности в момент обследования, $\lambda = \frac{-\ln J}{t_{\phi}}$ ($-\ln$ — натуральный логарифм; J — относительная надежность строительных конструкций; t_{ϕ} — срок эксплуатации в годах на момент обследования).

Срок эксплуатации конструкции до капитального ремонта в годах вычисляется по формуле

$$t = \frac{0,162}{\lambda}. \quad (1.8)$$

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru