

РОСЖЕЛДОР
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ростовский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО РГУПС)

А.Н. Опацких

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Учебное пособие

Ростов-на-Дону

2026

УДК 69(07) + 06

Рецензенты: доктор технических наук, профессор Куштин В.И.

Опацких, А.Н.

Эксплуатация зданий и сооружений: учеб. пособие /А.Н. Опацких; ФГБОУ ВО РГУПС. – Ростов н/Д, 2026. – 74 с.: ил.– Библиогр.: с. 73–74.

Изложены основные положения по технической эксплуатации зданий и сооружений. Рассмотрены методы обследования конструкций, оценки их состояния и целесообразности реконструкции зданий, сооружений и их отдельных частей. Приведены рекомендации по усилению конструкций, узлов и деталей. Рассмотрены мероприятия по технической эксплуатации инженерных систем и сетей

Предназначено для студентов среднего профессионального образования направления подготовки 08.02.01 «Строительство».

Одобрено к изданию кафедрой «Изыскания, проектирование и строительство железных дорог».

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
1 Техническое состояние зданий и сооружений	5
1.1 Основные термины и определения	5
1.2 Характеристика технического состояния зданий и сооружений	7
1.3 Физический и моральный износ	11
1.4 Состояние городской среды	12
2 Обследование конструкций зданий	16
2.1 Предварительное обследование	16
2.2 Детальное обследование	18
2.3 Приборы неразрушающего контроля качества строительных конструкций.	21
2.4 Геодезические способы измерения положения конструкций и зданий.	30
3 Техническая эксплуатация зданий и сооружений	36
3.1 Система планово-предупредительных ремонтов	37
3.2 Методы восстановления и усиления оснований и фундаментов	41
3.3 Методы восстановления и усиления кирпичных конструкций	47
3.4 Методы восстановления и усиления бетонных, железобетонных конструкций и металлических конструкций	54
4 Техническая эксплуатация инженерных систем и сетей	66
4.1 Состояние инженерной инфраструктуры	68
4.2 Износ инженерных систем зданий	71
4.3 Работы подрядных организаций и рабочего персонала по санитарному содержанию и уборке помещений и территорий при строительстве гражданских зданий	73
Библиографический список	76

ВВЕДЕНИЕ

Эксплуатация зданий и сооружений - это комплекс работ по содержанию, обслуживанию и ремонту здания (сооружения). Цель - обеспечить нормальное функционирование объекта в соответствии с его функциональным назначением, запланированные эксплуатационные характеристики в течение всего срока службы, установленный уровень безопасности, безаварийную работу инженерно-технических систем здания, поддержание установленного внутреннего климата (температурно-влажностного режима), нормальное санитарно-гигиеническое состояние объекта и придомовой территории

Основные задачи эксплуатации зданий и сооружений:

- обеспечение надежной работы всех инженерных систем и конструкций здания, предотвращение аварийных ситуаций;
- повышение энергоэффективности объекта - техническое обслуживание позволяет своевременно выявлять и устранять причины перерасхода энергии;
- поддержание нормального санитарно-гигиенического состояния объекта и придомовой территории.

Задачей настоящего пособия является изложение основ эксплуатации зданий и сооружений.

1 ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Целью нормативной документации по определению технического состояния зданий и сооружений является регламентация мероприятий по обеспечению сохранности зданий и сооружений путем надлежащего ухода за ними, в том числе организации строительной эксплуатации, технического обслуживания инженерных систем и оборудования, проведения своевременного и качественного их ремонта и снижения его стоимости, а также регламентирует правила эксплуатации и ремонта зданий и сооружений со всеми строительными конструкциями, санитарно-техническими устройствами, включая вводы водопровода и канализационные выпуски, планировку территории, отмостку вокруг зданий и сооружений, железных и автомобильных дорог, водопроводно-канализационных сооружений, сетей теплофикации, электроснабжения и связи (далее-инженерные системы).

Нормативная документация является основой для планирования, подготовки и проведения всех видов технического обслуживания и ремонта и обязательно для выполнения всеми эксплуатационными подразделениями предприятия.

1.1 Основные термины и определения

Заказчик - организация, обеспечивающая проведение капитального ремонта объектов, закрепленных за ней на праве оперативного управления или хозяйственного ведения.

Инженерные системы зданий - комплекс систем, обеспечивающих функционирование здания при его эксплуатации. Основными инженерными системами зданий являются: системы электроснабжения, освещения, вентиляции, кондиционирования, климатизации, водоснабжения, водоотведения, а также грузоподъемные, диспетчеризации, слаботочные и другие.

Капитальный ремонт здания - ремонт здания с целью восстановления его ресурса с заменой при необходимости конструктивных элементов и систем инженерного оборудования, а также улучшения эксплуатационных показателей.

Моральный износ здания - показатель, характеризующий степень несоответствия основных параметров, определяющих условия использования объем и качество предоставляемых услуг современным требованиям.

Неисправность (дефект) элемента здания - состояние элемента, при котором им не выполняется хотя бы одно из заданных эксплуатационных требований, неисправность (изъясн), вызванная нарушением правил, норм и технических условий при его эксплуатации, монтаже или ремонте.

Неплановый ремонт - ремонт, на который постановка элементов зданий, сооружений осуществляется без предварительного назначения.

Общие осмотры - весенние и осенние осмотры.

Осмотры - плановые осмотры подразделяются на общие, частичные и ежедневные. При общих осмотрах контролируется техническое состояние здания или сооружения в целом, его систем и внешнего благоустройства, при частичных осмотрах - техническое состояние отдельных систем и конструкций помещений, элементов внешнего благоустройства. Ежедневные осмотры проводятся с целью ликвидации мелких неисправностей элементов зданий и сооружений.

Планово-предупредительный ремонт (ППР) – проверка через установленные интервалы времени, независимо от состояния, установки или инженерной системы с осуществлением настройки и регулировки, текущего ремонта, ремонта или замены пришедших в негодность элементов, которые имеют признаки повреждения или рассматриваются как исчерпавшие предусмотренный срок службы.

Повреждение элемента здания - неисправность элемента здания или его составных частей, вызванная внешним воздействием (событием).

Подрядчик - организация, выигравшая конкурс на право заключения государственного контракта на проведение капитального ремонта.

При весеннем осмотре проверяются готовность здания или сооружения к эксплуатации в весенне-летний период, определение объемов работ по подготовке к эксплуатации в осенне-зимний период и уточнение объемов ремонтных работ по зданиям и сооружениям, включенным в план текущего ремонта в год проведения осмотра.

При осеннем осмотре проверяется готовность здания или сооружения к эксплуатации в осенне-зимний период, уточняются объемы ремонтных работ по зданиям и сооружениям, включенным в план текущего ремонта следующего года.

Пуско-наладочные работы - комплекс специальных работ, завершающих цикл ремонта, по приведению объекта в рабочее состояние, испытанию, наладке, регулировке и подготовке к приему в эксплуатацию.

Реконструкция здания - коренное переустройство, переоборудование, включающее в себя изменение основных технико-экономических показателей (количества и площади помещений, строительного объема и общей площади здания, вместимости или пропускной способности или его назначения), демонтаж и монтаж оборудования, в целях улучшения условий, увеличения объема услуг и качества обслуживания.

Ремонт здания - комплекс строительных работ и организационно-технических мероприятий по восстановлению ресурса или составных частей здания, не связанных с изменением его основных технико-экономических показателей.

Ремонтный персонал - персонал, обеспечивающий техническое обслуживание и ремонт, наладку и испытание систем и оборудования.

Сводный план - план капитального ремонта на соответствующий год, осуществляемого за счет средств федерального бюджета, средств, получаемых от предпринимательской, иной приносящей доход деятельности и иных

источников финансирования на объектах федеральной собственности, находящихся в ведении управления делами, составленный на основании обобщения планов, представленных организациями.

Система планово-предупредительного ремонта - совокупность организационно-технических мероприятий по надзору, уходу и всем видам ремонта, осуществляемых в соответствующем плановом порядке.

Сооружение - всякая значительная постройка различного вида и назначения. Например: насосные станции или водоразборные сооружения, представляющие собой отдельно стоящие здания с оборудованием, рассчитанным на определенную производительность данного сооружения.

Текущий ремонт здания - ремонт здания с целью восстановления исправности (работоспособности) его конструкций и инженерных систем, а также поддержания эксплуатационных показателей.

Техническое обслуживание здания - комплекс работ по поддержанию исправного состояния элементов здания и заданных параметров, а также режимов работы его технических устройств в процессе их технической эксплуатации. Не предусматривает вывод элементов здания в текущий ремонт.

Физический износ здания (элемента) - показатель, характеризующий изменение технического состояния (степень ухудшения технических и связанных с ними других эксплуатационных показателей) здания, сооружения, их элементов, оборудования и коммуникаций на определенный момент времени по сравнению с первоначальным состоянием.

Эксплуатационные показатели здания - совокупность технических, объемно-планировочных, санитарно-гигиенических, экономических и эстетических характеристик здания, обуславливающих его эксплуатационные качества.

Элементы здания - конструкции и технические устройства, составляющие здание, включая инженерные системы, составляющие здание и предназначенные для выполнения заданных функций.

Энергохозяйство предприятия - совокупность площадей, технического оснащения, исполнителей и оборудования, предназначенных для обеспечения потребителей данного предприятия энергией различных видов и надлежащей организацией эксплуатации и ремонта, соответствующего технологического и вспомогательного оборудования предприятия.

1.2 Характеристика технического состояния зданий и сооружений

Техническая эксплуатация зданий - это комплекс мероприятий, которые обеспечивают безотказную работу всех элементов и систем здания в течение не менее нормативного срока службы, функционирования здания по назначению. Функционирование здания - непосредственное использование здания по назначению, выполнение им заданных функций. Использование здания по назначению, частичное его приспособление под другие цели снижают эффективность функционирования здания, так как использование здания по назначению является основной частью его эксплуатации. Функционирование

здания включает в себя период от окончания строительства до начала эксплуатации, период ремонта.

Техническая эксплуатация зданий включает в себя техническое обслуживание, систему ремонтов, санитарное содержание.

Система технического обслуживания зданий включает в себя обеспечение нормативных режимов и параметров, наладку инженерного оборудования, технические осмотры несущих и ограждающих конструкций зданий.

Система ремонтов состоит из текущего и капитального ремонта. Санитарное содержание зданий заключается в уборке общественных помещений, придомовой территории, сборе мусора.

Задачи эксплуатации здания заключаются в обеспечении безотказной работы его конструкций, соблюдении нормальных санитарно-гигиенических условий, правильном использовании инженерного оборудования; поддержании температурно-влажностного режима помещений; проведении своевременного ремонта; повышении степени благоустройства зданий и т.д.

Продолжительность безотказной работы конструкций зданий и его систем неодинакова. При определении нормативных сроков службы здания принимают безотказный срок службы основных несущих элементов, фундаментов и стен. Сроки службы отдельных элементов здания могут быть в 2 - 3 раза меньше нормативного срока службы здания.

Безотказное и комфортное использование здания требует в течение всего срока его эксплуатации полной замены соответствующих элементов или систем. За весь срок службы элементы и инженерные системы здания требуют неоднократных работ по наладке, предупреждению и восстановлению вносившихся элементов. Части здания не могут эксплуатироваться до полного износа. В период эксплуатации проводят работы, компенсирующие нормативный износ. Невыполнение незначительных по объему плановых работ может привести к преждевременному отказу конструкции.

В процессе эксплуатации здание требует постоянного обслуживания и ремонта. Техническое обслуживание здания представляет собой комплекс по поддержанию исправного состояния элементов здания и заданных параметров и режимов работы технических устройств, направленных на обеспечение сохранности зданий. Система технического обслуживания и ремонта должна обеспечивать нормальное функционирование зданий в течение всего периода их использования по назначению.

Сроки проведения ремонта зданий должны определяться на основе оценки их технического состояния.

Техническое обслуживание зданий включает работы по контролю технического состояния, поддержанию исправности, наладке инженерного оборудования, подготовке к сезонной эксплуатации здания в целом, а также его элементов и систем. Контроль за техническим состоянием зданий осуществляют путем проведения систематических плановых и неплановых осмотров с использованием современных средств технической диагностики.

Плановые осмотры подразделяются на общие и частичные. При общих осмотрах необходимо контролировать техническое состояние здания в целом,

при проведении частичных осмотров осмотру подвергаются отдельные конструкции здания.

Неплановые осмотры проводятся после ураганных ветров, ливней, сильных снегопадов, наводнений и других явлений стихийного характера, после аварий. Общие осмотры проводятся два раза в год: весной и осенью.

При весеннем осмотре проверяют готовность зданий к эксплуатации в весенне-летний период, после действия снеговых нагрузок устанавливают объемы работ по подготовке к эксплуатации в осенне-зимний период, уточняют объемы ремонтных работ по зданиям, включенным в план текущего ремонта в год проведения осмотра.

При подготовке зданий к эксплуатации в весенне-летний период выполняют следующие виды работ: укрепление водосточных труб, колен, воронок; расконсервирование и ремонт поливочной системы; ремонт оборудования площадок, отмосток, тротуаров, пешеходных дорожек; раскрывают продухи в цоколях; осматривают кровлю, фасады и т.д.

При осеннем осмотре следует проверять готовность здания к эксплуатации и осенне-зимний период, уточнить объемы ремонтных работ по зданиям, включенным в план текущего ремонта следующего года.

В перечень работ при подготовке зданий к эксплуатации в осенне-зимний период необходимо включать: утепление оконных и балконных проемов; замену разбитых стекол окон, балконных дверей; ремонт и утепление чердачных перекрытий; укрепление и ремонт парапетных ограждений; остекление и закрытие чердачных слуховых окон; ремонт, утепление и прочистку дымовентиляционных каналов; заделку продухов в цоколях здания; консервацию поливочных систем; ремонт и укрепление входных дверей и т.д.

Периодичность проведения плановых осмотров элементов зданий регламентируется нормами. При проведении частичных осмотров должны быть определены неисправности, которые могут быть устранены в течение времени, отводимого на осмотр. Выявленные неисправности, которые препятствуют нормальной эксплуатации, устраняют в сроки, указанные в строительных нормах.

Техническое состояние здания в целом является функцией работоспособности отдельных конструктивных элементов и связей между ними. Математическое описание процесса изменения технического состояния зданий, состоящих из большого количества конструктивных элементов, представляет трудности. Это обусловлено тем, что процесс изменения работоспособности технических устройств характеризуется неопределенностью и случайностью.

Факторы, вызывающие изменения работоспособности в целом и отдельных элементов, подразделяются на 2 группы: внутреннего и внешнего характера.

К группе причин внутреннего характера относят:

- Физико-химические процессы, протекающие в материалах конструкций;
- Нагрузки и процессы, возникающие при эксплуатации;
- Конструктивные факторы;
- Качество изготовления.

К группе причин внешнего характера относят:

- климатические факторы (температуру, влажность, солнечную радиацию);
- факторы окружающей среды (ветер, пыль, биологические факторы);
- качество эксплуатации.

В процессе эксплуатации зданий их техническое состояние изменяется. Это выражается в ухудшении количественных характеристик работоспособности, в частности, надежности. Ухудшение технического состояния зданий происходит в результате изменения физических свойств материалов, характера сопряжений между ними, а также размеров и форм.

Также причиной изменения технического состояния зданий являются разрушения и другие аналогичные виды утрат работоспособности конструктивными материалами.

Полное время эксплуатации здания можно разделить на три периода: приработки, нормальной эксплуатации, интенсивного износа.

С течением времени несущие и ограждающие конструкции и оборудование зданий и сооружений изнашиваются, стареют. В начальный период эксплуатации зданий происходят взаимная приработка элементов; релаксация напряжений; осадочные явления, вызванные изменением и нагрузками на основания, деформациями ползучести в материалах, и т.д. Происходит снижение механических, прочностных и ухудшение эксплуатационных характеристик конструкций зданий. Все эти изменения в конструкциях зданий могут быть как общими, так и локальными, они происходят самостоятельно и в совокупности.

Наибольшее количество дефектов, отказов и аварий приходится на процесс строительства и в первый период эксплуатации зданий и сооружений. Главные причины - недостаточное качество изделий, монтажа, осадка оснований, температурно-влажностные изменения и т.д.

Построечный и первый послепостроечный периоды характеризуются приработкой всех элементов на сложной единой системе здания. В этот период происходят сдвиг и отрыв внутренних стен от наружных, усадка, температурные деформации конструкции, ползучесть материалов и т.д.

По окончании периода приработки конструкций и элементов зданий с окружений, после заделки дефектных участков в период нормальной эксплуатации количество отказов снижается и стабилизируется.

Основными деформациями этого периода являются внезапные деформации, связанные с условиями работы и эксплуатации элементов.

Причиной внезапных деформаций во времени могут быть неожиданные концентрации нагрузок, ползучесть материалов, неудовлетворительная эксплуатация, температурно-влажностные воздействия, неправильное выполнение ремонтных работ.

Третий период, период интенсивного износа, связан с явлениями старения материала конструкций, снижением упругих свойств.

Конструкции и оборудование даже при нормальных условиях эксплуатации имеют разные сроки службы и изнашиваются неравномерно. Продолжительность службы отдельных конструкций зависит от материалов, условий эксплуатации. На долговечность конструктивных элементов влияет

конструктивное решение и капитальность здания в целом; в зданиях, выполненных из прочных материалов и надежных конструкций, любой элемент служит дольше, чем в зданиях из недолговечных материалов.

1.3 Физический и моральный износ

Для безотказного пользования здания необходимо периодически заменять (или восстанавливать) некоторые конструктивные элементы и системы инженерного оборудования. Соблюдение правил технической эксплуатации в решающей мере определяет выполнение нормативного срока службы конструктивных элементов и здания в целом.

Например: стальная кровля рассчитана на 15 лет службы, при условии, что каждые 3-5 лет она окрашивается. Нарушение этого правила вдвое укорачивает срок службы стальной кровли.

Изнашивание зданий и сооружений заключается в том, что отдельные конструкции, оборудование и здание в целом постепенно утрачивают свои первоначальные качества и прочность. Нормативные сроки службы зданий зависят от материала основных конструкций и являются усредненными. Действующие нормы предусматривают различное количество групп капитальности для производственных (4 класса), общественных (9 групп) и жилых зданий (6 групп). Срок службы здания определяется в зависимости от его капитальности.

Величина физического износа здания определяется как среднее арифметическое значение износа отдельных конструктивных элементов, взвешенных по их удельным весам в общей восстановительной стоимости объекта:

$$И_{\phi} = \sum (y_i \Phi_i) / 100,$$

где U_i – удельная стоимость конструктивного элемента или инженерной системы в общей восстановительной стоимости здания (т.е. стоимости воспроизводства здания в действующих ценах);

Φ_i – износ конструктивного элемента по данным технического обследования, %.

Ветхие дома ремонтировать нецелесообразно и критическое значение физического износа здания $И_{\phi}=60\%$.

Признаки износа определяются путем осмотра (визуальным способом), с использованием простейших приспособлений (уровень, отвес, метр, линейка, молоток).

Имеются в виду следующие отрицательные качества жилого здания:

Дефекты планировки (наличие проходных комнат, малая площадь кухонь, неудобное расположение комнат и т.п.).

Несоответствие конструктивных элементов здания современным требованиям (теплотехническим, звукоизоляционным, гидроизоляционным и т.п.).

Отсутствие или неудовлетворительное качество элементов инженерного

оборудования здания.

Возможны два способа оценки морального износа: технико-экономический и социологический.

Здания подвергаются моральному износу быстрее, чем физическому (рис.1).

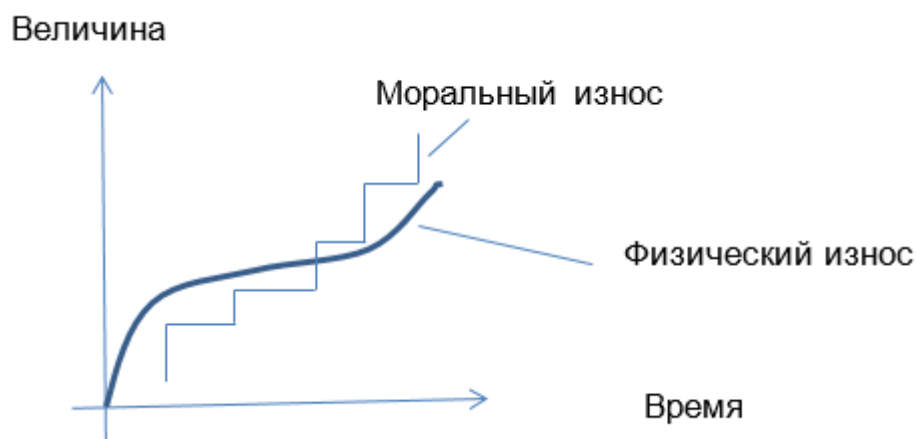


Рис.1. Характер изменения морального и физического износа

1.4 Состояние городской среды

В современном мире наблюдается значительное усиление роли человеческого фактора во всех сферах развития экономики и общества, и это особенно актуально для России, что обусловлено сложной ситуацией экономической нестабильности и демографического спада. Именно квалификация, созидательность и активность населения в конечном счете определяют глобальную конкурентоспособность любой социально-экономической системы, что значительно усиливает как роль социальной инфраструктуры, формирующей качество человеческого потенциала, так и значение качества среды проживания человека, обеспечивающей приток и закрепление населения в конкретном городе.

Современные города выступают в роли «центров развития», аккумулируя финансовые ресурсы, инновационные технологии, разнообразную инфраструктуру, наиболее образованные и квалифицированные кадры, — тот самый «ресурс», который является движущей силой инновационной экономики. И победить в конкурентной борьбе за творческое, профессионально подготовленное и активное население могут только города, где качество городской среды высокое. Качество и комфортность среды проживания выступают в роли одного из самых значимых факторов обеспечения конкурентоспособности муниципальных образований, регионов и страны в целом.

Низкое качество городской среды российских городов во многом обусловлено последствиями советской модели урбанизации, «где многие десятилетия урбанизация была только побочным продуктом индустриализации, а человек — всего лишь «винтиком» огромной государственной машины. Ведь если основу урбанистического развития составляет человек с его

разнообразными потребностями и возможностями, то становится закономерным неизбежный «провал» советской модели урбанизации, связанной с резким отставанием СССР – России от общепринятых в развитых странах норм и стандартов образа и качества жизни горожан, их культуры, доходов, состояния городской среды и т. д.».

Если рассматривать основу урбанизации как равновесное сочетание экономических преимуществ с высокими социальными стандартами, то в большинстве городов России существуют значительные разрывы в обеспечении эффективной урбанизации. Кроме того, необходимо упомянуть отрицательные последствия урбанизации, которые значительно влияют на качество проживания, хотя многие российские города отличаются относительно невысокой плотностью населения по следующим причинам:

- проблемы, связанные с перегрузкой транспортных систем;
- загрязнение воздуха и воды;
- высокий уровень шума и деградация озелененных территорий;
- низкое качество инфраструктуры и высокая стоимость ее обслуживания;
- более высокий уровень преступности и рисков возникновения чрезвычайных ситуаций.

Это подтверждается экспертными опросами, показывающими, что для российских городов наихудшие факторы городской среды – перегруженность дорожной сети и пробки. Далее следуют экологическая обстановка в городе, обеспеченность детскими садами и школами, условия для ведения малого бизнеса, доступность медицинских услуг, шум в городе, безопасность жизни, возможность найти интересную хорошо оплачиваемую работу

Городская среда определяет социальный климат, усиливая или ослабляя существующие социальные и экономические противоречия за счет доступности и качества общественных благ. Кроме того, качество городской среды во многом определяет отношение населения к государственным и муниципальным институтам.

С целью активизации деятельности органов местного самоуправления в сфере улучшения качества условий проживания в городах, приближения российских городов к западным стандартам Министерством регионального развития Российской Федерации был подготовлен приказ от 9 сентября 2013 года № 371 «Об утверждении методики оценки качества городской среды проживания». В соответствии с этой методикой качество городской среды российских городов оценивается по совокупности 41 показателя, которые объединены в блоки по направлениям, образующим 13 индексов:

- 1) динамика численности населения;
- 2) транспортная инфраструктура;
- 3) природно-экологическая ситуация;
- 4) доступность жилья;
- 5) развитие жилищного сектора;
- 6) демографические характеристики населения;
- 7) инновационная активность;
- 8) инженерная инфраструктура;

- 9) кадровый потенциал;
- 10) социальная инфраструктура;
- 11) социальные параметры общества;
- 12) благосостояние граждан;
- 13) экономика города.

В предложенном Министерством регионального развития Российской Федерации перечне показателей только их часть характеризует непосредственно качество городской среды проживания, значительное количество индикаторов относится к общеэкономическим и демографическим.

Вопросам оценки качества жизни в городах посвящено большое количество отечественных и зарубежных исследований. Практически все трактовки качества городской жизни включают параметры качества городской среды. Например, согласно индексу процветания городов, разработанному McKinsey Global Institute, градостроительная среда характеризуется с использованием показателей плотности населения, интенсивности использования общественного транспорта и степени озелененности общественного пространства. Оценку входящей в состав градостроительной среды социальной инфраструктуры предлагается проводить на основе бюджетных расходов на душу населения.

Еще одним комплексным индикатором, включающим оценку качества городской среды, является индекс городского развития (City Development Index – CDI), формируемый на основе показателей производства валового городского продукта, качества систем здравоохранения и образования, состояния инфраструктуры и количества образования твердых бытовых отходов.

С одной стороны, качество городской среды понимается как совокупность материальных благ, которые по тем или иным основаниям должны быть предоставлены жителям. С другой стороны, качество городской среды – это интегральная оценка развитости системы взаимодействий и взаимоотношений жителей города, своего рода гармоничность существования городского социума, определяющая уровень и возможности человеческого потенциала, формируемого в пределах городского пространства сообщества людей.

Таким образом, оценка качества городской среды представляет собой зону поиска возможностей развития системы расселения, связанных с проблемой устойчивого развития, повышения эффективности использования ресурсов города, формирования долгосрочных стратегий.

Одним из главных трендов в трансформации городов является приоритетное развитие общественных пространств, которые все больше приобретают статус многофункциональных. В современных городах, где активизируется развитие сферы услуг и креативных видов деятельности, общественные пространства легко трансформируются, приспособливаясь под заданные функции (отдых, торговля, соревнования, социальные акции). Развитые общественные пространства создают высокое качество жизни в городе.

Важным фактором для оценки качества городской среды для населения является безопасность города (включая безопасность его жизнеобеспечения и безопасность городской среды, общественную и личную безопасность). Для

формирования безопасной городской среды и имиджа города большое значение имеют архитектурно-пространственная организация безопасности общественных объектов и формирование в городе «защищающего пространства», которое должно иметь четко обозначенные и ясно опознаваемые границы. В пределах такого пространства ведется неформальное наблюдение за происходящими на нем событиями.

Важный вклад в общий уровень безопасности города вносит транспортная безопасность, включающая безопасность перевозки опасных грузов и безопасность дорожного движения.

Комфорт городской среды определяется наличием в ней элементов и свойств, дающих человеку ощущение необходимого физического, психологического и социального благополучия – комфорта. Комфортная городская среда, которая аккумулирует достижения в области инновационного, технологического, архитектурно-градостроительного развития, в значительной степени может целенаправленно создаваться с учетом постоянно повышающегося уровня потребностей населения.

Качество городской среды закладывается в процессе разработки документов территориального планирования (генерального плана поселения – проектов планировки отдельных функционально-территориальных образований), которые закрепляют балансы функционального использования территории, определяют потребность и размещение объектов всех видов инфраструктуры.

Во всех развитых странах существуют четкие системы разработки документации по стратегическому развитию и территориальному планированию как страны в целом, так и ее отдельных регионов, и городов. Перспективному стратегическому и территориальному планированию придается важнейшее значение, поскольку цель разработки такой документации – обеспечение сбалансированного развития территории в интересах всего населения. Стратегические программы развития города должны обеспечивать эффективность управления в долгосрочной перспективе, ориентироваться на устойчивое развитие, повышение комфортности проживания. Эффективность разработки стратегических документов и их последующей реализации, определяющих качество городской среды», которое, в свою очередь, является неотъемлемой составляющей понятия «качество жизни человека», во многом достигается за счет организационных подходов, среди которых можно выделить четкое разграничение полномочий и компетенции органов муниципального управления и проектных организаций.

Именно в эти документах, как предусмотрено в пункте 3 статьи 1 Градостроительного кодекса Российской Федерации, приоритетом должно быть устойчивое развитие территорий, а именно: «обеспечение при осуществлении градостроительной деятельности безопасности и благоприятных условий жизнедеятельности человека, ограничение негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и обеспечение охраны и рационального использования природных ресурсов в интересах настоящего и будущего поколений».

2 ОБСЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ

Важнейшей частью являются обследование и комплекс работ, по оценке технического состояния зданий и сооружений. При обследовании должны быть установлены действительная несущая способность и эксплуатационная пригодность строительных конструкций и оснований с целью использования этих данных при разработке проекта реконструкции. Также должен вестись поиск оптимального варианта конструктивно-планировочного решения, способа возможного усиления несущих конструкций с учетом его технологичности, обеспечения минимума затрат трудовых, материальных ресурсов и времени на выполнение работ по реконструкции.

В настоящее время проектирование строительных конструкций из материалов всех видов ведется в соответствии с методом расчета по предельным состояниям. В связи с этим при обследовании железобетонных, каменных, металлических, деревянных конструкций и оснований к ним необходимо предъявлять требования по первой группе предельных состояний (по несущей способности) и по второй группе (по пригодности к нормальной эксплуатации) согласно действующим СП на проектирование конструкций из этих материалов.

На основании обследования производится оценка технического состояния строительных конструкций объекта, которая включает анализ результатов инструментальных испытаний, окончательное определение согласованных с заказчиком нагрузок и воздействий, проведение проверочных расчетов несущих конструкций. В итоге составляется техническое заключение на обследуемые здания или сооружения, в котором в виде выводов дается общая оценка эксплуатационной пригодности рассматриваемых несущих конструкций.

2.1 Предварительное обследование

Обследование строительных конструкций зданий и сооружений выполняют квалификационные группы инженерно-технических работников, специально подготовленных и оснащенных необходимыми приборами и оборудованием.

Основанием к проведению обследования должно служить задание, в котором указывается цель реконструкции и соответствующие основные требования, предъявляемые к конструкциям, ориентировочные планируемые технологические нагрузки и воздействия, планировочные решения и общие условия эксплуатации после реконструкции. При этом желательно располагать данными о технических возможностях строительной организации, которую предполагается привлечь к работе по усилению и перестройке зданий и сооружений, имеющихся строительных материалах, механизмах и др.

Для проведения обследования и согласования технических решений к основной группе привлекаются представители предприятия (служб главного

архитектора, отдела капитального строительства и др.), а затем в некоторых случаях и представители подрядных и субподрядных организаций.

Обычно работы по обследованию выполняются в два этапа:

1) предварительное или общее обследование;

2) детальное обследование. При этом не исключается проведение обследования в один этап.

В целом обследование конструкций состоит из следующих видов работ:

- предварительный осмотр конструкций;
- изучение технической документации;
- ознакомление с особенностями существующего и будущего технологических процессов, и режимов эксплуатации;
- инженерно-геодезические, инженерно-геологические и инженерно-гидрометеорологические изыскания;
- детальный натурный осмотр, обмеры конструкций и выявление дефектов;
- отбор и лабораторный анализ образцов (проб) материалов конструкций;
- определение планируемых нагрузок и воздействий;
- установление расчетной схемы и выполнение поверочных расчетов.

При необходимости могут быть проведены испытания конструкций в натурных условиях.

Необходимо отметить, что часть перечисленных видов работ может проводиться как на первом (предварительном) этапе обследования, так и на втором – детальном.

Предварительные или общие обследования начинаются с осмотра сооружений и его конструкций, ознакомления с технической документацией и другими материалами, помогающими составить представление об изучаемом объекте.

На этом этапе, прежде всего, осмотром должны быть выявлены участки и отдельные конструкции, имеющие аварийное состояние, и приняты меры по их временному усилению.

Изучение проектно-технической документации должно дать ответы на вопросы:

а) исторического характера: начало и период строительства, время проведения капитальных и других видов ремонта, перестройки или перепланировки, изменения характера эксплуатации или технологических процессов, даты имевшихся аварий или серьезных нарушений условий эксплуатации, аварий, связанных с затоплением фундаментов или подъемом грунтовых вод, и др.;

б) объемно-планировочных и конструктивных решений: ознакомление с рабочими чертежами сооружения (архитектурно-строительными, конструкторскими, внутренних инженерных сетей и наружных коммуникаций, инженерного оборудования), с расчетными нагрузками и воздействиями, с мероприятиями по защите конструкций от действия агрессивных сред, со

схемами размещения технологического оборудования;

в) инженерно-геологических условий строительства и эксплуатации.

Помимо основной проектно-технической документации, разработанной организацией-проектировщиком, должны быть использованы дополнительные материалы: акты передачи в эксплуатацию, акты на скрытые работы, паспорта-сертификаты, журналы производства работ, журналы эксплуатации, документы о проведенных ремонтах, строительных реконструкциях и др.

Часть сведений о строительстве и эксплуатации сооружений можно получить путем опроса рабочих и инженерно-технического персонала обследуемых предприятий.

Предварительным обследованием должны быть выявлены отступления от проектных данных по объемно-планировочным, конструктивным решениям, по виду и характеру нагрузок, включая природно-климатические и др.

При отсутствии проектно-технической документации и ее некомплектности необходимо выполнить предварительные обмеры конструкций и основные чертежи зданий сооружений.

В процессе обмерочных работ необходимо фиксировать: деформации конструкций и их превышение над допустимыми; размеры сечений и положение конструкций в пространстве (привязка к координатным осям и отметкам); условия опирания, конструкцию и качество сопряжений и стыков элементов; прочность материалов конструкций (ориентировочно); нарушение сплошности (отверстия, сколы, раковины и др.), расслоение, увлажнение и замораживание материалов конструкций; повышенную тепло- и воздухопроницаемость ограждающих конструкций и другие имеющие место дефекты и повреждения специфического характера.

Для удобства работ к систематизации материалов натурного обследования рекомендуется сооружения разбивать на зоны в соответствии с характерными признаками по материалу и виду конструкций, а также их функциональному назначению (балки, колонны, плиты покрытия, стены и др.), по распространению эксплуатационных воздействий на строительные конструкции в объеме здания или сооружения.

По результатам предварительных или общих обследований производится ориентировочная оценка технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений и намечается программа детального обследования.

2.2 Детальное обследование

Детальное обследование – проводится с целью сбора окончательных максимально достоверных (обоснованных) сведений для оценки технического состояния строительных конструкций, являющегося основой для выбора конструктивного решения при реконструкции зданий и сооружений.

В результате детальных обследований строительных конструкций рекомендуется получить: данные уточненной проектно-технической документации; обмерочные чертежи, фиксирующие положение строительных конструкций в плане и по высоте с указанием сечений несущих элементов,

осадок, перемещений, смещений и других отклонений от проекта или нормативных требований. Далее необходимо выполнить комплекс работ по установлению фактических значений физико-механических характеристик материалов, для чего должны быть максимально использованы неразрушающие и лабораторные методы испытаний. Уточняются, систематизируются дефекты и повреждения конструкций, их узлов и сопряжений, а также собираются сведения об эксплуатационной среде, воздействующей на конструкции и основания, определяется величина статических нагрузок и воздействий, а также динамических, включая данные вибродиагностики (собственные частоты, динамическую жесткость). Принимается расчетная схема несущих конструкций для выполнения окончательных поверочных расчетов отдельных элементов конструкций и сооружений в целом.

Детальное обследование конструкций в целом или часть его рекомендуется выполнять выборочным или сплошным. Сплошное обследование предполагает сверку всех конструкций, а выборочное – отдельных элементов.

Сплошное обследование должно производиться, прежде всего, тех объектов, для которых установлен коэффициент надежности по назначению, равный единице, и во всех случаях, когда отсутствует проектная документация или обнаруженные дефекты строительных конструкций снижают их несущую способность, неодинаковы свойства материалов в однотипных конструкциях, условия нагружения, при действии агрессивных по отношению к материалам сред и прочих неблагоприятных условиях эксплуатации.

Если в процессе сплошного обследования обнаруживается, что не менее 20% однотипных конструкций при их общем количестве более 20 шт. находятся в удовлетворительном техническом состоянии, то допускается оставшиеся непроверенные конструкции обследовать выборочно. Объем выборочно обследуемых элементов должен определяться исходя из конкретных условий (не менее 10 % количества однотипных конструкций, но не менее трех).

На этапе детальных обследований при выполнении обмерочных работ проводятся инженерно-геодезические изыскания с целью дальнейшей разработки достоверных чертежей зданий и сооружений, а также установления точных геометрических осей несущих конструкций и их искривлений для уточнения расчетных схем. Инженерно-геологические изыскания рекомендуется проводить при отсутствии рабочих чертежей фундаментов реконструируемых сооружений, исполнительных документов по их возведению и материалов об инженерно-геологических условиях площадки строительства объекта, при расположении объекта на подрабатываемой территории или на основаниях, сложных в инженерно-геологическом отношении.

Специальные инженерные гидрогеологические и гидрометеорологические изыскания выполняются, с одной стороны, в случае проведения реконструкции объектов, сложенных на подтопленных или потенциально подтопляемых территориях, при эксплуатации зданий и сооружений в неблагоприятных условиях физико-геологических и гидрометеорологических воздействий, а с другой – при необходимости разработок проекта мероприятий по охране окружающей среды от неблагоприятного воздействия на нее реконструируемого

объекта.

При выполнении комплекса работ по инструментальному определению физико-механических и физико-химических свойств материалов конструкций следует выделить элементы, которые эксплуатируются в условиях действия повышенных и пониженных температур, агрессивных сред и др.

Анализ состояния конструкций, находящихся под воздействием повышенных и высоких температур, необходимо проводить, обратив внимание на источник тепловыделений, вид нагрева (конвективный, лучистый), температурный режим (циклический нагрев, постоянный нагрев, влажность, давление и др.).

При проведении детального обследования должен быть установлен вид и степень агрессивности среды (если она имеет место), проанализировано состояние материалов конструкций, как не имеющих специальных защитных покрытий, так и с ними, с точки зрения долговечности и надежности самих конструкций и защитных покрытий.

При выполнении всех видов работ по обследованию строительных конструкций необходимо вести строгий учет полученных данных в специальных журналах, оформлять акты обследований на различные виды работ и т. п., стремиться к оформлению информации в табличной форме и ее систематизации.

Особое внимание необходимо обратить на работы, считающиеся опасными (в зданиях, отнесенных к аварийным, на высоте, в котлованах, с электроприборами и электроинструментом и др.). Опасные работы выполняются по специальным нарядам лицами не моложе 18 лет, предварительно сдавшими зачет по технике безопасности проведения специальных работ и прошедшими инструктаж и медицинское освидетельствование.

Диагностика строительных конструкций, действующих промышленных предприятий, должна производиться в присутствии ответственных лиц от производства, отвечающих за соблюдение техники безопасности на обследуемой территории или по согласованию с ними.

В процессе диагностики и освидетельствования строительных конструкций зданий и сооружений для определения физико-механических и физико-химических свойств материалов, геометрических характеристик, прогибов и перемещений, дефектоскопии применяются самые разнообразные приборы и оборудование.

Подробные данные о приборах и инструментах, которые могут быть использованы при обследовании, приведены в специальной литературе по испытанию конструкций и сооружений и изучаются в соответствующем курсе. Применительно к задачам, возникающим в процессе диагностики и оценки технического состояния как отдельных конструкций, так и сооружений в целом, можно условно выделить следующие группы приборов.

Приборы, предназначенные для определения соответствий проектному положению строительных конструкций, включая деформации всех видов (для сооружений в целом и их элементов). Для этой цели применяются известные геодезические приборы и приспособления. Измерение горизонтальных и вертикальных углов производится теодолитом, определение положения точек по

высоте и измерение превышения одних точек над другими – нивелиром.

Для особо точных геодезических измерений могут быть использованы лазерные приборы.

Данные для определения прочностных и деформативных свойств материалов, из которых изготовлены конструкции и сооружения могут быть получены путем прямых испытаний образцов материалов, выборочно изъятых из сооружения. Однако извлечение опытных образцов из конструкций часто затруднительно, поэтому предпочтение при обследовании существующих конструкций следует отдавать неразрушающим методам испытаний.

При определении динамических характеристик используются механические приборы: вибромарки, индикаторы часового типа, амплитудометры, частотомеры, вибрографы, осциллографы, быстродействующие самопишущие электрические приборы, магнитографы.

2.3 Приборы неразрушающего контроля качества строительных конструкций

В задачи дефектоскопии строительных материалов и конструкций входит выявление различных дефектов: микро- и макротрещин, пустот, включений инородных тел и др. Кроме того, методами дефектоскопии можно установить без вскрытия бетона расположение арматуры в железобетонных конструкциях, а также сечение металлических конструкций, скрытых в толще стен или перекрытий.

Для поиска дефектов в бетоне и стали применяют методы ультразвуковой дефектоскопии (импульсный и непрерывного излучения), при этом используют способность ультразвуковых волн отражаться от границ материалов различной плотности. Различают метод (эхо), основанный на отражении ультразвуковых волн, и метод сквозного прозвучивания (метод теневой дефектоскопии). Сочетание этих методов позволяет определить наличие и месторасположение дефектов с достаточной точностью. Реализация ультразвуковой дефектоскопии осуществляется известными приборами типа УКБ-1 и другими по ГОСТ 17624-2012.

Ширину раскрытия трещин в строительных конструкциях обычно определяют с помощью микроскопов МПБ-2 с ценой деления 0,02 мм, пределом измерения 6,5 мм и прибора МИР-2 с пределами измерения от 0,015 до 0,6 мм.

Динамику развития трещин во времени устанавливают с помощью маяков различного типа. Например, для наблюдения за трещинами в кирпичной кладке на них устанавливают гипсовые, стеклянные или металлические маяки (рис. 2). Гипсовые и стеклянные маяки устанавливают на стене, предварительно очищенной от штукатурки, на алебастровом или цементном растворе. Металлические маяки обычно изготавливают из кровельной стали и крепят к стене гвоздями или клеем и окрашивают краской. На маяках ставят номер и дату. Данные заносят в специальный журнал.

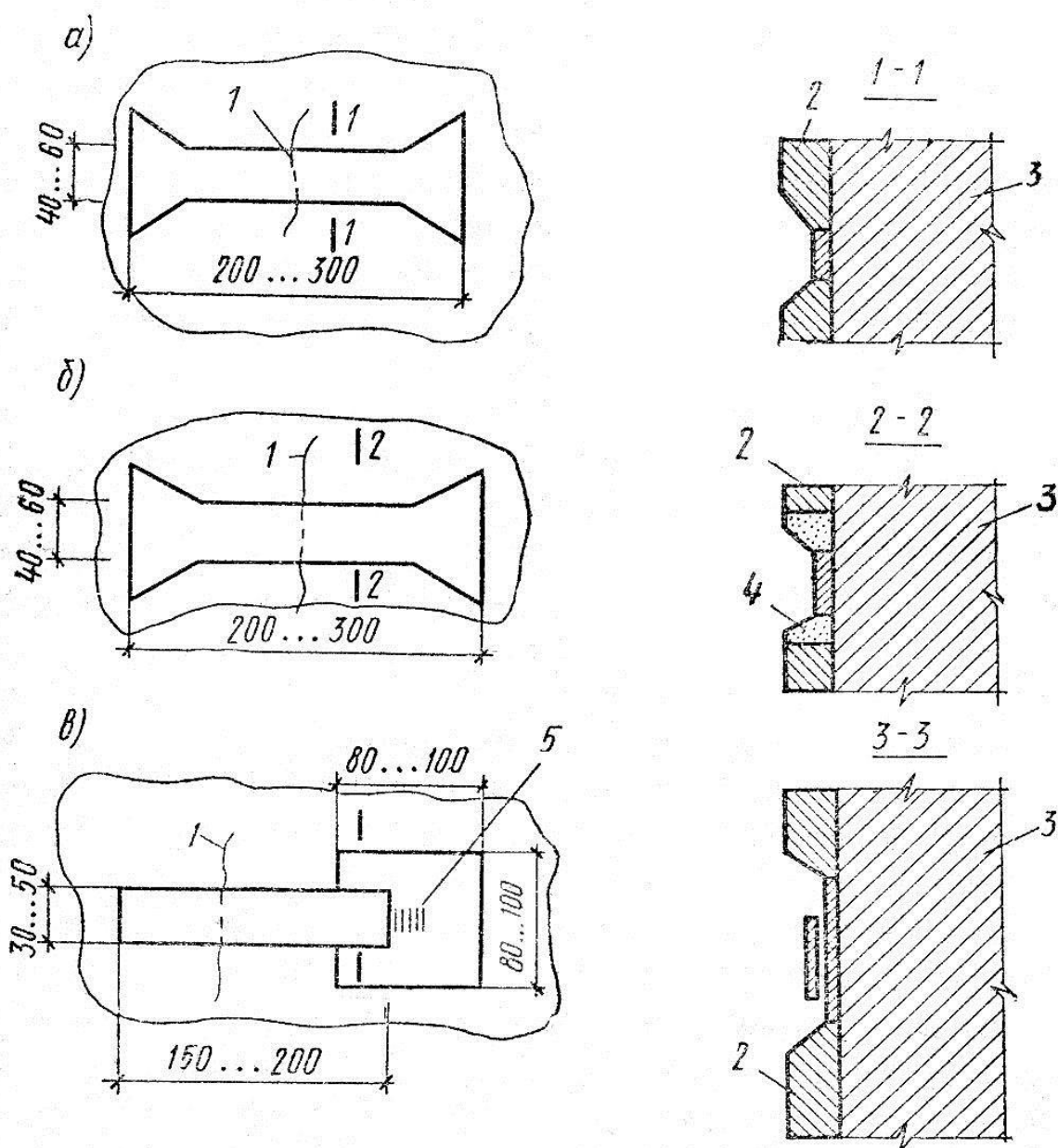


Рис. 2. Виды маяков:

- а – гипсовый; б – стеклянный; в – металлический;
 1 – трещина; 2 – оштукатуренная поверхность; 3 – стена;
 4 – алебастровый раствор; 5 – риски через 2–3 мм

Глубину трещин устанавливают, применяя иглы и проволоочные щупы в сочетании с приведенными выше ультразвуковыми методами.

Оценка поверхностного состояния строительных конструкций в труднодоступных местах на расстоянии до 7,5 м осуществляется с помощью оптического прибора РВП-451.

Наличие металла в перекрытиях, стенах и других конструкциях можно определить, пользуясь металлоискателем МИ-1.

Для определения диаметра арматуры и толщины защитного слоя бетона железобетонных конструкций и сечения металлических элементов конструкций, скрытых в перекрытиях, стенах и т.п., применяют приборы типа ВИМ, ИЗС, ТЗС, ИСМ и др. Принцип их действия основан на измерении магнитной проницаемости материалов или на радиационных методах по ГОСТ 17625-83.

С той же целью используют методы просвечивания и ионизирующих излучений – радиоизотопные методы по ГОСТ 17623-87.

Для измерения механических напряжений в металле, возникающих в результате сварки, и обнаружения трещин может быть использован прибор ИНТ-М2 в комплекте с выносными датчиками ВД-1 и ВД-2.

Неразрушающие методы являются наиболее приемлемыми для определения прочностных, деформативных и других физико-механических характеристик строительных материалов в условиях, когда эти свойства устанавливаются для конструкций эксплуатирующихся зданий и сооружений. Места отбора образцов (проб) для лабораторных испытаний и места для проведения испытаний неразрушающими методами следует устанавливать на характерных участках конструкций с учетом действующих нагрузок и воздействий, напряженно-деформированного состояния обследуемых элементов, конструктивных решений. Эти места могут быть определены также по группам однотипных конструктивных элементов с целью получения совокупности данных для статистической обработки.

Неразрушающие методы применяют для установления прочности бетона на сжатие (имеется в виду кубиковая прочность бетона R , которая определяется как функция $R = f(x_i)$ какой-нибудь механической или физической характеристики бетона, полученной опытным путем. Различают механические методы, когда по результатам измерения приборами механических характеристик бетона x_i по таблицам и графикам определяют значение R , и физические методы, пользуясь которыми кубиковая прочность находится как функция физических характеристик, полученных также опытным путем.

Градуировочные таблицы и графики для конкретных конструкций уточняются по результатам испытаний бетонных образцов (кубов со стороной 7,07 см), вырезанных из тела конструкций (не менее трех образцов), или испытаний методом отрыва со скалыванием по ГОСТ 22690-88, описанным ниже.

В процессе обследований при установлении данных о прочности бетона в одной конструкции или среди разных конструкций рекомендуется выделить участки с общими прочностными характеристиками бетона исходя из того, что коэффициент вариации прочности бетона для каждой совокупности должен быть $VR \geq 0,135$, а прочность бетона находится в пределах $R_l = (0,7-1,3) R$, где R – среднее значение прочности. Отдельные места конструкций или отдельные конструкции, имеющие значительные дефекты, в указанную выборку не включаются. Из механических методов одним из наиболее распространенных является метод пластической деформации, основанный на взаимосвязи между R

и размерами отпечатков на бетонной поверхности, которые получают путем вдавливания штампа при статической или динамической нагрузке. Отпечаток на бетонной поверхности (его геометрические размеры) характеризует пластическую (или упругопластическую) деформацию бетона при статической нагрузке под действием прессов, при динамической – под действием удара.

Метод испытания на отрыв со скалыванием основан на определении R по усилию P , требуемому для отрыва и скалывания куса бетона из тела конструкции, для чего в бетоне в высверленные отверстия устанавливают с зачеканкой цементным раствором анкерные устройства, которые затем вырывают специальными приборами. Возможно установить R по прочности бетона на отрыв, когда с помощью аналогичных приборов производят, отрыв стального диска, приклеенного к поверхности бетонного элемента эпоксидным клеем. Прочность бетона можно определить и на основании измерения усилия скалывания части бетона в ребре конструкции. Кроме того, для испытания прочности ячеистых бетонов используют метод, заключающийся в выдергивании винтовых стержней, предварительно вкрученных в тело бетона.

Методом, основанным на измерении отскока подпружиненных молотков (склерометров) от бетонной поверхности, характеризуют прочность бетона по величине отскока при ударе о бетон.

Из физических методов определения прочности бетона в конструкции получили распространение импульсные и радиоизотопные.

Из импульсных методов широко применяют ультразвуковые, основанные на измерении времени распространения ультразвука в бетоне и базы прозвучивания, по которым рассчитывают скорость ультразвуковой волны и как ее функцию определяют прочность бетона R .

Радиоизотопный метод позволяет определить плотность бетона ρ_v и по заранее установленным зависимостям $R-\rho_v$ выявить прочность ячеистых бетонов. Он основан на использовании γ -лучей, источником которых являются радиоактивные изотопы.

Часто при обследовании бетонных и железобетонных конструкций определение прочности бетона неразрушающими методами приходится производить при отсутствии зависимости «косвенная характеристика – прочность» для обследуемого бетона конкретной конструкции. Для уменьшения ошибки при определении R рекомендуется проводить комплексные испытания бетона, включающие определение прочности бетона разрушающими методами в образцах, полученных из тела обследуемой конструкции путем выпиливания образцов правильной формы (кубов цилиндров) и кернов или образцов неправильной формы, методами штампа или раскалывания и параллельно установление прочности бетона несколькими неразрушающими методами.

По полученным результатам находят наиболее достоверное значение величины R . При этом желательно сочетать как механические, так и физические методы определения прочности бетона.

Для установления деформативных характеристик бетона в эксплуатируемой конструкции может быть использован метод испытания бетона путем скалывания. Специальное устройство, принцип работы которого близок к

работе прибора ГПНС-4, позволяет получить значение абсолютной деформации бетона при ступенчатой нагрузке, приложенной к вырываемому из бетона анкеру. По этим данным строят зависимости «деформация – напряжение» или «деформация – относительное напряжение» и вычисляют модуль деформации бетона.

Общие рекомендации по выбору методов испытаний в зависимости от области применения приведены в табл. 2.1, а по выбору типа прибора в зависимости от прочности бетона в табл. 2.2.

Таблица
2.1

Рекомендации по выбору методов испытаний

Методы	Приборы и способы выполнения	Область применения
1	2	3
Метод пластической деформации растворной составляющей	Приборы ДПГ-4, ДПГ-5, ПМ, ХПС, эталонный молоток Кашкарова и др.	Для испытания прочности бетона в изделиях и конструкциях толщиной 40-60 см. Приборы ДПГ-4 и ДПГ-5 более удобны при испытаниях на горизонтальных плоскостях, но для испытания нижних горизонтальных плоскостей непригодны
Методы испытаний прочности в образцах, бетон которых уплотнен совместно с конструкцией	Бурение с последующим испытанием кернов. Распиловка изделий на кубы	Для выборочного контроля прочности в изделиях, технология изготовления которых значительно отличается от технологии приготовления кубов, с целью установления переводных коэффициентов от $R_{сж}$ изделия к $R_{сж}$ в кубах. Для проведения предварительных испытаний с целью получения тарировочных зависимостей, используемых для контроля прочности бетона (неизвестных составов) другими методами
Методы, основанные на отделении бетона от бетона	Отрыв со скалыванием, приборы ГПНВ-5, ГПНС-4	Для определения прочности бетона в конструкциях толщиной менее 15 см. Метод позволяет учитывать влияние прочности крупного заполнителя и степени его сцепления с раствором на $R_{сж}$ бетона. Метод пригоден для испытания бетона высоких марок.
	Отрыв со скалыванием, прибор ГПНВ-5	Сфера применения та же, что и для отрыва со скалыванием, а так же для испытания тонкостенных конструкций.

	Скалывание ребра конструкций, при- боры УРС и ГПНВ-5	Для испытания конструкций толщиной не менее 4 см с шириной испытываемого ребра и его длиной соответственно не менее 18 и 20 см
Метод пластической деформации бетона	Приборы типа «Штамп НИИЖБ»	Сфера применения та же. Толщина изделий (в зависимости от типа прибора) до 30 см. Прибор менее удобен в работе. Но обеспечивает большую точность испытаний
Метод упругого отскока	Прибор КМ, склери- метры Шмидта	Для испытания прочности бетона в изделиях и конструкциях толщиной не менее 100 мм. Для определения изменения прочности бетона во времени.
	Прибор Царицына-Корнилова-Осадчука	То же, но только для вертикальных поверхностей
Резонансный метод	ИЧМК-2, ИЧЗ-5, ИЧЗ-6	Для лабораторных исследований и испытаний образцов бетона
	Вибростенд	Для испытания сборных изделий и конструкций типа прямолинейного бруса (в опытном порядке)
Импульс- ный ультразвуковой метод	Ультразвуковые при- боры УКБ-1, УКБ-1М, «Бетон-8», УРЦ, УК-16П, УК-10П, УФ-90ПЦ	Для контроля прочности и однородности бетона в конструкциях при известных заполнителях
Радиоизотопный метод	8УРЦ, РПП-1, РПП-2, ИПР-Ц	Для испытания ячеистых бетонов и бетонов на пористых заполнителях

Таблица 2.2

Рекомендации по выбору типа прибора в зависимости от прочности бетона

Методы испытания	Приборы	Пределы прочности бетона, МПа
Методы пластической деформации:		

раствора	Эталонный молоток, приборы ДПГ-4, ХПС, ПМ	5–50
бетона	ДПГ-5	20–55
	НИИЖБ	10–55
Метод упругого отскока	КМ	10–40
	Склерометр Шмидта	5–50
Метод отрыва со скалыванием	ГПНВ-5 со стержнями	10–80
	ГПНВ-5 с раздвижным конусом	10–50
	ГПНС-4	10–50
Метод отрыва	ГПНВ-5 с дисками	5–50 (для легких бетонов 5–30)
Метод скалывания ребра конструкции	УРС	10–70
Ультразвуковой импульсный метод	УКБ-1, УКБ-М, «Бетон- транзистор», УК-10П, УФ- 90ПЦ	10–50 (для легких бетонов 7,5– 50)

Следует отметить, что из всех рассмотренных физико-механических способов определения прочности бетона в конструкциях, наиболее достоверные данные получают при испытаниях на отрыв и скалывание. Поэтому этот метод желательно применять параллельно с другими для контроля и уточнения результатов испытаний.

Прочностные характеристики кирпича всех видов, бетонных и природных камней, а также кладки из них устанавливают с помощью испытания образцов, отобранных непосредственно из кладки на стандартном лабораторном оборудовании и ультразвуковым методом.

Физико-механические характеристики металлических конструкций и арматуры железобетонных конструкций устанавливают стандартными испытаниями проб (образцов), вырезанных из эксплуатируемых элементов.

Марка металла и его качество проверяются путем статического растяжения образцов (определяется временное сопротивление, предел текучести, относительное удлинение); испытания образцов на ударную вязкость при температурах +20 и –20 °С; химического анализа стали (устанавливается содержание углерода, кремния, марганца, серы и фосфора и др.); выявления распространения сернистых включений способом отпечатков по Бауману.

Из металлических конструкций образцы для механических испытаний вырезают в соответствии с ГОСТ 7564-97 из листовой стали – поперек направления прокатывания, из фасонной стали – вдоль. Образцы для выявления распространения сернистых включений способом отпечатков по Бауману вырезают из листовой и широкополосной стали – вдоль направления прокатки, а из сортового или фасонного проката – поперек. Пробы для определения

химического состава отбирают в виде металлической стружки в количестве не менее 50 г с одного элемента. Стружку допускается отбирать путем высверливания ручной дрелью. Ударная вязкость стали при нормальной и пониженной температуре устанавливается на плоских образцах с V-образным надрезом.

Для испытаний отбирают пробы от партии элементов, т.е. однотипных видов проката, одинаковых по номерам, толщинам, маркам стали и входящим в состав однотипных конструкций одной поставки или одного периода изготовления.

При выборе количества образцов для испытаний можно воспользоваться данными, приведенными в табл. 2.3.

Таблица
2.3

Рекомендации по выбору количества образцов для
определения физико-механических характеристик
стали

Вид испытаний	Количество элементов от партии	Количество проб (образцов)	
		от элемента	всего от партии
Испытание на растяжение	2	1	2
Химический анализ	3	1	3
Ударная вязкость при +20 °С –20 °С	2	3	6
	2	3	6
Отпечатки по Бауману	2	1	2

В железобетонных конструкциях образцы арматуры для механических испытаний отбирают (вырезают) из стержней эксплуатируемых элементов минимум по два образца из одноименных стержней.

В целом отбор должен производиться на участках наименьших силовых воздействий с обязательным обеспечением прочности и устойчивости ослабленных элементов.

Прочность древесины деревянных конструкций не разрушающими методами можно установить огнестрельным способом, основанным на существовании зависимости между глубиной проникновения пули, плотностью и пределом прочности на сжатие, и используя ультразвуковые приборы, описанные выше, при известной связи между скоростью распространения ультразвука в древе- сине и ее упругой характеристикой (динамическим модулем упругости), по ко- торой определяют предел прочности, а также прибором Певцова по отпечатку при падении шарика диаметром 25 мм с высоты 50 см и градуировочной зависимости.

Воздействие агрессивной среды на железобетонные конструкции может вызвать коррозию бетона, арматуры и закладных деталей и привести к снижению несущей способности конструкции в целом. В связи с этим при обследовании необходимо определить участки коррозионного повреждения бетона, арматуры и закладных деталей, характер, вид, степень и глубину коррозионных повреждений физико-химическим анализом проб бетона и арматурной стали.

При этом определяют: глубину нейтрализующего слоя бетона путем анализа реакции спиртового раствора фенолфталеина на свежеработанный скол бетона защитного слоя; ожидаемую глубину карбонизации и нейтрализации бетона агрессивными газами; вид и относительное количество продуктов коррозии (гипса, карбоната кальция, гидросульфатоалюмината кальция и др.), состава вяжущей составляющей цементного камня с помощью пирометров, дифрактометров в комплекте с гониометрами различного типа; количественную и качественную структуру цементного камня путем оптико-микроскопических исследований микроскопами; величину капиллярного водопоглощения; концентрацию водородных ионов в водной вытяжке из цементного, камня с помощью рН- титра.

В процессе обследований необходимо установить степень и вид поражения металла коррозией: общую (равномерную) или местную (язвенную). Степень поражения материалов *равномерной коррозией* определяется сравнением поперечных сечений пораженных участков с проектными. При *местной коррозии* устанавливают размеры язв и их количество на единицу площади.

Коррозия арматуры чаще всего обнаруживается визуально по появлению продольных трещин и ржавых пятен на поверхности защитного слоя бетона, а также электрическим методом.

Одним из часто встречающихся дефектов, возникающих при неправильной эксплуатации промышленных зданий, является промасливание бетонных конструкций. Исследования показывают, что плотно, уложенный и высокопрочный бетон практически не подвергается промасливанию. Бетон недостаточной плотности с трещинами и раковинами может быть пропитан различными техническими маслами на значительную глубину. Прочность такого бетона может снижаться в 2 раза.

При обследовании железобетонных конструкций особое внимание необходимо уделить элементам, подвергающимся специфическим воздействиям высоких и низких температур. Стойкость бетона к воздействию повышенных и высоких температур устанавливают путем проведения испытания по выявлению остаточной прочности образцов на сжатие, огневой усадки и термической стойкости, а деформации – под нагрузкой.

При кратковременном температурном воздействии, характерном во время пожара, тяжелый бетон при температурах 60 и 90 °С снижает призменную прочность на 35 и 21 %. При температурах 200–400° призменная прочность увеличивается на 5–10 %, а при нагревании бетона выше 400 °С уменьшается, снижаясь при 600 °С на 35 % и при 700 °С на 52 %. Изменяются и деформативные

свойства бетона. Так, при нагреве до 100 °С модуль упругости уменьшается на 30 %, при 500 °С – на 57 %, а при 700 °С – на 82 %. Существенные изменения физико-механических свойств под влиянием высокой температуры происходят и у стальной арматуры.

Воздействие высокой температуры на железобетонные конструкции приводит к резкому снижению сцепления арматуры с бетоном. При нагреве до 100

°С сцепление гладкой арматуры с бетоном уменьшается на 25 %, а при 450 °С – сцепление нарушается полностью. Нагрев до 200 °С железобетонных конструкций с горячекатаной арматурой периодического профиля практически не снижает сцепления, но при более высоких температурах происходит снижение величины сцепления, которое достигает 25 % при 450 °С.

Строительные конструкции часто эксплуатируются в режимах попеременного замораживания и оттаивания, что может существенно сказаться на прочности материалов. Морозостойкость бетона определяется на образцах, вырезанных из конструкции, лабораторными методами в специальных климатических камерах.

При обследовании эксплуатирующихся зданий и сооружений несущую способность строительных конструкций, как правило, устанавливают на основе данных о прочности материалов, реальных расчетных схем, нагрузках и геометрических размерах. Однако в ряде случаев может возникнуть необходимость в непосредственных испытаниях существующих конструкций, их фрагментов или узлов. Конструкции испытывают как в проектом положении, так и после демонтажа.

В первом случае, как правило, конструкции не доводят до разрушения, а испытывают контрольными расчетными нагрузками, фиксируя прогибы, углы поворота, трещинообразование, и, основываясь на этих данных, определяют несущую способность. При этом необходимо обратить внимание на возможность совместной работы сопряженных между собой конструкций, особенности граничных условий и другие факторы, оказывающие существенное влияние на работу элементов под нагрузкой.

Испытание конструкций после их демонтажа осуществляется относительно редко. Такая возможность возникает в основном уже в процессе реконструкции, при разработке части здания. В этом случае испытания проводят на стендах в специальных испытательных лабораториях или в полевых условиях.

Методика испытаний при статическом и динамическом нагружении конструкций, оборудование и приборы приведены в курсе испытаний конструкций и сооружений.

2.4 Геодезические способы измерения положения конструкций и зданий.

Деформации (перемещения), обнаруженные при обследованиях, разделяют на общие, когда перемещаются и деформируются конструкции и сооружения в целом, и местные, когда перемещения, прогибы, повороты

происходят в пределах одной конструкции, в узлах сопряжения, опирания и т. п.

Основной причиной появления общих деформаций зданий и сооружений являются неравномерные осадки оснований. Чрезмерные перемещения последних объясняются либо ошибками при определении их несущей способности в процессе проектирования, либо нарушением условий нормальной эксплуатации, предусмотренной проектом. Чаще всего это нарушение гидрогеологических условий, замачивание просадочных грунтов, оттаивание ледовых про-слоек, аварии систем водо- и теплоснабжения и др.

Для измерения осадок, кренов, сдвигов зданий, сооружений и их конструкций применяют методы инженерной геодезии.

Измерение осадок зданий и сооружений производят путем сопоставления отметок реперов и осадочных марок (рис. 3). Опорные реперы закладывают на глубину с таким расчетом, чтобы основанием для них служили практически несжимаемые грунты (песчаники, плотные мергели, глины древних отложений и др.). Реперы располагают в 30–120 м вокруг здания.

Осадочные марки закладывают в фундаменты по периметру сооружения, номера пишут на стенах (колоннах) масляной краской.

Нивелировку опорных реперов и марок выполняют нивелирами.

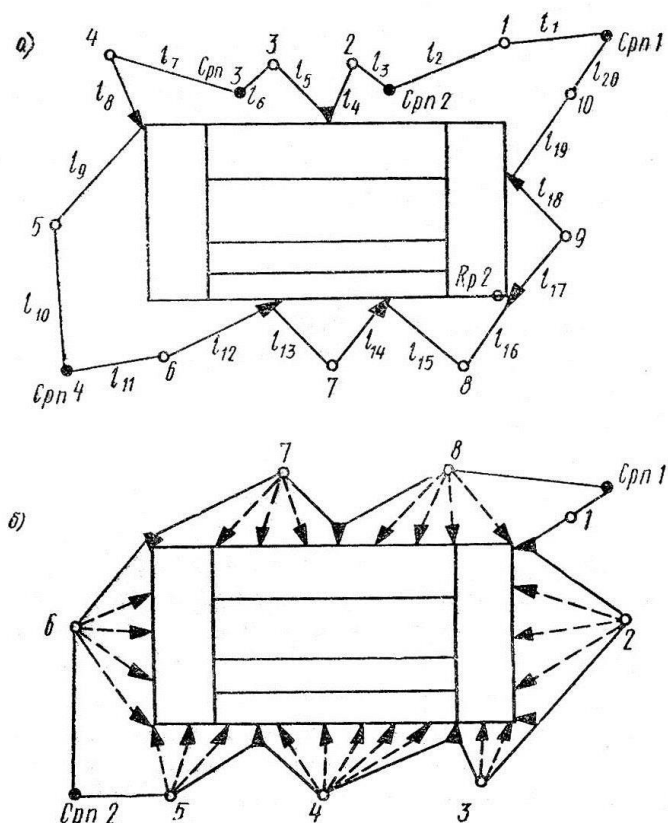


Рис. 3. Схемы нивелирования:

а – опорных реперов; *б* – осадочных марок;
1–10 номера станций; C_{pn1} – C_{pn4} – свайные реперы; Δ – осадочные марки; R_{pn2} – стенной репер; l_1 – l_{20} – расстояния между станциями, свайными реперами и осадочными марками.

Определять крены сооружений можно различными способами: проектированием вспомогательной точки, измерением горизонтальных углов, боковым нивелированием (рис. 4). В этих случаях рабочим прибором служит теодолит. Разработаны и специальные приборы – кренометры и клинометры, в которых для измерения наклонов сооружений используют точные уровни с измерительным винтом.

Измерение сдвигов конструкций и сооружений выполняют с помощью теодолитов. При этом боковое смещение объекта (конструкции) измеряют от прямых линий, фиксируемых вдоль конструкций, а в качестве линий отсчета используют струну, натянутую между двумя точками прямой линии, или оптический луч, проходящий через эти точки. Соответственно способы определения сдвига конструкции или сооружения в целом подразделяют на способ струны, оптического створа, «ломаного базиса», микротриангуляции, метод косвенного измерения.

Для определения положения одновременно нескольких точек здания или сооружения в одной плоскости или в пространстве, выполнения исполнительных съемок и строительных обмеров сооружений, контроля точности строительно-монтажных работ, деформаций больших размеров конструкций при статических и динамических нагрузках применяют методы инженерной фотограмметрии, в которой различают *фотограмметрический* и *стереограмметрический* методы.

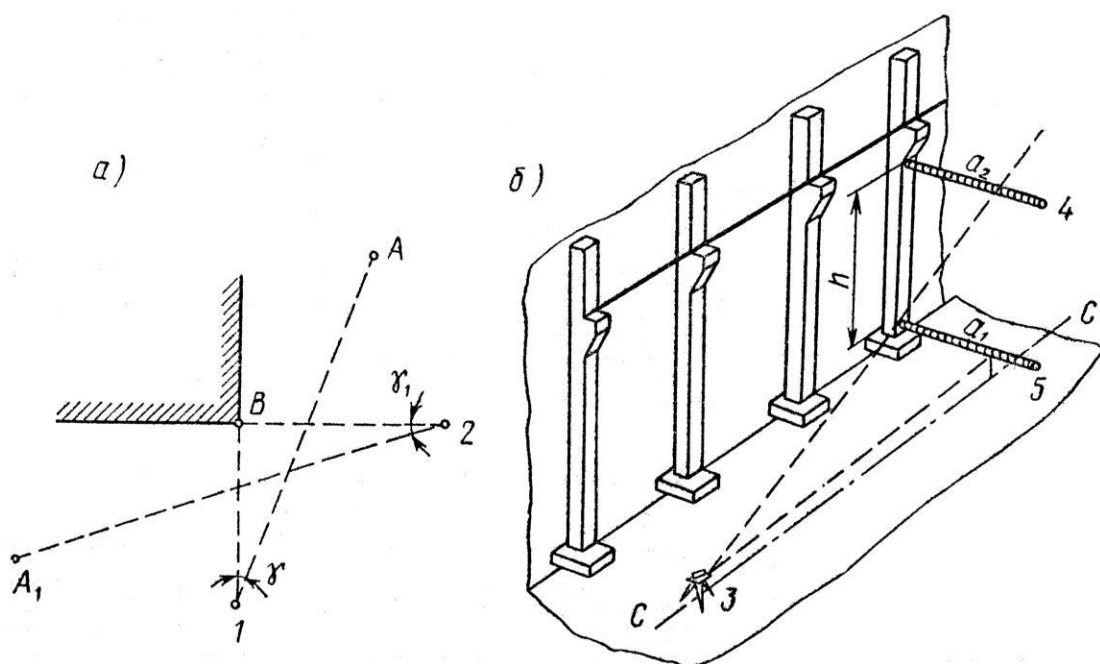


Рис. 4 Схема определения крена:

a – измерением горизонтальных углов; *б* – методом бокового нивелирования; 1, 2, 3 – места расположения теодолита;

A, A₁ – удаленные предметы местности; *B* – марка на верхнем обресе стены; *CC* – створ; 4, 5 – положения реек для снятия отсчетов α_1 и α_2

Фотограмметрические методы целесообразно применять при невозможности выполнения работ более простыми способами.

К местным деформациям (перемещениям) отдельных конструкций и их частей относят прогибы и углы поворота в различных плоскостях. Такие деформации имеют место всегда, но они не должны превышать предельных значений, установленных нормами по проектированию железобетонных и стальных конструкций. Для прогибов железобетонных конструкций указанные значения приведены в табл. 2.3, для прогибов стальных изгибаемых элементов и относительных отклонений колонн – в табл. 2.4, 2.5.

Прогибы конструкций обычно определяют относительно каких-то базовых точек (например, опорных столиков балки) методами геометрического и гидростатического нивелирования.

При *геометрическом* нивелировании замеры выполняют с помощью нивелира и реек, которые шарнирно подвешивают к точкам обследуемой конструкции или устанавливают вертикально на конструкцию. В результате замеров в различных точках строят графики прогибов.

Таблица 2.3

Значения предельно допустимых прогибов
железобетонных конструкций

Элементы конструкций	Предельно допустимые прогибы
1. Подкрановые балки при кранах: ручных, электрических	$l/500$ $l/600$
2. Перекрытия с плоским потолком и элементы покрытия (кроме указанных в позиции 4) при пролетах, м: $l < 6$ $6 \leq l \leq 7,5$ $l > 7,5$	$l/200$ 3 см $l/250$
3. Перекрытия с ребристым потолком и элементы лестниц при пролетах, м: $l < 5$ $5 \leq l \leq 10$ $l > 10$	$l/200$ 2,5 см $l/400$
4. Элементы покрытий сельскохозяйственных зданий производственного назначения при пролетах, м: $l < 6$ $6 \leq l \leq 10$ $l > 10$	$l/150$ 4 см $l/250$

5. Навесные стеновые панели (при расчете из плоскости) при пролетах, м: $l < 6$ $6 \leq l \leq 7,5$ $l > 7,5$	$l/200$ 3 см $l/250$
---	----------------------------

Примечание: l – пролет балок или плит; для консолей принимается значение, равное удвоенному вылету консоли

Гидравлический (гидростатический нивелир) прогибомер, выпускаемый серийно, состоит из базовой и мерной трубок, соединенных между собой резиновым шлангом. Гидростатическое нивелирование основано на принципе сообщающихся сосудов. Разность столбов жидкости в базовой и мерной трубках дает превышение одной точки над другой. По сравнению с геометрическим нивелированием гидравлическое дает более высокую точность, проще в использовании, не требует большого свободного пространства, позволяет сопоставить точки в соседних помещениях.

Таблица 2.4

Значения предельно допустимых относительных прогибов
стальных конструкций

Элементы конструкций	Относительные прогибы элементов (к пролету)
1. Балки и фермы крановых путей под краны: легкого режима работы (включая ручные краны, тельферы и тали), среднего режима работы, тяжелого и весьма тяжелого режима работы	$1/400$ $1/500$ $1/600$
2. Балки рабочих площадок производственных зданий при наличии рельсовых путей: ширококолесных, узкоколесных	$1/600$ $1/400$
3. Балки рабочих площадок производственных зданий при отсутствии рельсовых путей и балки междуэтажных перекрытий: главные балки, прочие балки и косоуры лестниц, стальной настил	$1/400$ $1/250$ $1/150$
4. Балки и фермы покрытий и чердачных перекрытий: несущие подвесное подъемно-транспортное или технологическое оборудование, ненесущие подвесное оборудование, прогоны, профилированный настил	$1/400$ $1/250$ $1/200$ $1/150$

5. Элементы фахверка ригели, прогоны остекления	1/300 1/200
---	----------------

Примечание: для консолей следует принимать пролет l , равный удвоенному вылету консоли. При наличии оштукатуренной поверхности прогиб балок перекрытий только от кратковременной нагрузки не должен превышать $1/300$ длины пролета.

Относительный прогиб конструкции устанавливается по величине смещения штанги, относительно горизонтальной планки или по углу наклона планки с помощью механического прогибомера.

Таблица 2.5

Значения предельно допустимых относительных отклонений стальных колонн на уровне верхнего пояса подкрановых балок

Направление горизонтального отклонения	Относительное отклонение колонны (к высоте h)	
	в открытых подкрановых эстакадах	в зданиях и сооруже- ниях с количеством циклов нагружения $2 \cdot 10^3$ и более
1. Поперечное: при плоской расчетной схеме, при пространственной расчетной схеме	1/4000 —	1/2500 1/4000
2. Продольное	1/4000	1/4000

Примечание: h – высота колонны от низа базы до головки рельса подкрановой балки.

Вертикальные и горизонтальные относительные смещения сопрягающихся частей сооружений на температурно-осадочных швах измеряют щелемерами различной конструкции. В случаях, когда доступ к швам затруднен, для измерений используют оптические приборы, например теодолит.

3 ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Эксплуатация зданий и сооружений - комплекс работ по содержанию, обслуживанию и ремонту здания(сооружения).

В задачи эксплуатации здания (сооружения) входит:

- обеспечение нормального функционирования здания в соответствии с его функциональным назначением,
- обеспечение запланированных эксплуатационных характеристик объекта в течение всего срока службы,
- обеспечение установленного уровня безопасности,
- обеспечение безаварийной работы инженерно-технических систем здания,
- поддержание установленного внутреннего климата (температурно-влажностного режима),
- поддержание нормального санитарно-гигиенического состояния объекта и придомовой территории.

Эксплуатация здания (сооружения) включает в себя:

Санитарное содержание здания (сооружения):

- уборка помещений,
- уборка придомовой территории,
- сбор и вывоз твёрдых отходов,
- содержание и уход за элементами озеленения, обрезка деревьев,
- обслуживание и промывка мусоропроводов, водостоков, дренажной канализации.

Техническое обслуживание здания (сооружения):

- периодические плановые осмотры ответственными лицами несущих конструкций и инженерного оборудования - с целью оценки его технического состояния и выявления несоответствия установленным нормам и требованиям безопасности; неплановые осмотры после воздействий стихийного характера и технических аварий; а также технический мониторинг состояния здания, в том числе с использованием автоматизированных систем наблюдения,
- обеспечение в помещениях необходимой температуры и влажности, освещение помещений и придомовой территории,
- обеспечение мер пожарной безопасности,
- содержание и уход за несущими конструкциями (фундаментом, стенами, плитами перекрытий, ограждениями), фасадами, помещениями, лестницами, крышами, дверями, окнами другими строительными элементами здания (сооружения),
- содержание, обслуживание и наладка механического, электрического, санитарно-технического, вентиляционного, газового оборудования,
- обеспечения подачи коммунальных ресурсов (электроэнергия, отопление, горячее и холодное водоснабжение, канализация, газоснабжение),
- подготовка к эксплуатации здания (сооружения) в осенне-зимний период (утепление оконных проёмов, вставка разбитых стёкол, консервация систем полива зелёных насаждений и проч.),

- охрана здания (сооружения).

Ремонтные работы, то есть работы по компенсации физического и морального износа объекта, приведению здания (сооружения) или его отдельных конструктивных элементов в первоначально запланированное техническое состояние, восстановлению изношенных элементов здания (сооружения):

- текущий ремонт (профилактический, направленный на предупреждение отказов), то есть периодические работы с целью поддержания исправности конструкций и систем здания (сооружения), его санитарно-гигиенического состояния и внешнего вида,
- капитальный ремонт, то есть восстановление ресурса здания (сооружения) путём полной или частичной замены изношенных либо устаревших конструктивных элементов и систем инженерного оборудования, улучшение эксплуатационных характеристик объекта.
- аварийно-восстановительные работы, обусловленные выявлением разрушения, неисправности либо аварийными воздействиями стихийного или техногенного характера.

Здания (сооружения) в процессе эксплуатации должны удовлетворять ряду требований, обеспечивающих нормальное функционирование объекта. Эти требования определяются объёмно-планировочным решением здания (сооружения), его функциональным назначением, условиями эксплуатации и содержатся в строительной проектной документации (паспорте здания):

- безотказность несущих конструкций, конструктивных элементов, инженерных систем;
- предохранение их от перегрузок,
- ремонтпригодность, возможность наладки и регулировки систем, устранения выявляемых дефектов, возможность обеспечения надлежащего санитарно-гигиенического состояния объекта и придомовой территории,
- сопоставимость межремонтных сроков службы для различных элементов и систем здания (сооружения),
- наличие необходимых технических устройств, помещений для персонала, занимающегося эксплуатацией объекта,
- обеспечение возможности проводить эксплуатационные работы доступными методами и средствами и с минимальными затратами.

3.1 Система планово-предупредительных ремонтов

В основе организации эксплуатации зданий и сооружений, их инженерных систем (ИС) и технических средств (ТС) лежит своевременное качественное проведение технического обслуживания (ТО) и планово-предупредительных ремонтов (ППР).

Система ТО и ППР зданий и сооружений, их инженерных систем и технических средств представляет собой комплекс взаимосвязанных организационных и технических мероприятий по надзору, планированию, подготовке и проведению технического обслуживания и всех видов ремонта, направленных на обеспечение сохранности и типовых потребительских качеств

зданий и сооружений, поддержание их качественного состояния, технической исправности, предупреждение их преждевременного износа, а также обеспечение надежного функционирования, восстановление работоспособности и ресурса в течение всего периода использования по назначению.

Основной принцип ППР заключается в проведении в плановом порядке ремонтов, наладочных работ в сроки, предупреждающие преждевременный износ и отказ элементов здания.

Система ППР обеспечивает:

- предупреждение недопустимого и преждевременного износа узлов и деталей и восстановление их ресурса;
- современное выявление и устранение неисправностей и нарушений в работоспособности.

Система ТО и ППР зданий и сооружений включает в себя необходимые материально-технические, трудовые и финансовые ресурсы, а также нормативную и техническую документацию.

Наряду с ремонтно-строительными работами в систему ТО и ППР входят также пусконаладочные работы и работы по наладке и регулировке инженерных систем и технических средств, контрольно-измерительных приборов и автоматики действующих зданий и сооружений.

Техническое обслуживание зданий и сооружений проводится по планово-предупредительной системе постоянно в течение всего периода эксплуатации на всех зданиях и сооружениях, инженерных системах и технических средствах, стоящих на балансе предприятия.

Системой ППР предусматривается проведение определенных видов работ с заданной последовательностью и периодичностью.

К видам ППР относятся:

- межремонтное обслуживание;
- текущий ремонт.

Межремонтное обслуживание - вид ППР до первого ремонта и между ремонтами проводится с целью выполнения работ, предусмотренных заводскими инструкциями, определения технического состояния оборудования, предупреждение выхода из строя и устранения мелких неисправностей.

Межремонтное обслуживание включает:

- сменное обслуживание;
- техническое обслуживание.

Сменное обслуживание заключается в проведении технического ухода и проверки работоспособности ИС и ТС в целях поддержании их в работоспособном состоянии.

При сменном обслуживании осуществляется контроль рабочих параметров и характеристик, состояния регулировки узлов и агрегатов, проверка состояния смазочных устройств (добавление смазки), проверка состояния видимых частей устройств защитного заземления и зануления.

Техническое обслуживание - комплекс работ, направленных на содержание зданий и сооружений, их ИС и ТС в исправном состоянии.

Контроль технического состояния зданий и сооружений осуществляется

путем проведения систематических плановых и неплановых осмотров. С этой целью все здания и сооружения подвергаются плановым периодическим осмотрам: общим (ПО 1), частичным (ПО 2), а также ежедневным (ПО 3).

При проведении ТО выполняются работы, предусмотренные сменным осмотром, определяется техническое состояние, устраняются мелкие неисправности, и производится проверка работоспособности ИС и ТС.

Текущий ремонт - вид ППР, проводимых в целях восстановления исправности и ресурса ИС и ТС и их составных частей.

Ремонт подразделяется на плановый и неплановый.

Плановый ремонт - вид ремонта, постановка на который осуществляется в соответствии с требованиями нормативно-технической документации и графиками ППР.

Неплановый ремонт - вид ремонта, осуществляется без предварительного назначения.

Неплановый ремонт проводится с целью устранения последствий отказов и повреждений.

Перечни операций технического обслуживания, графики плановых технических осмотров, проверок, испытаний ИС и ТС разрабатываются ОГЭ и контролируются УЭЗиС.

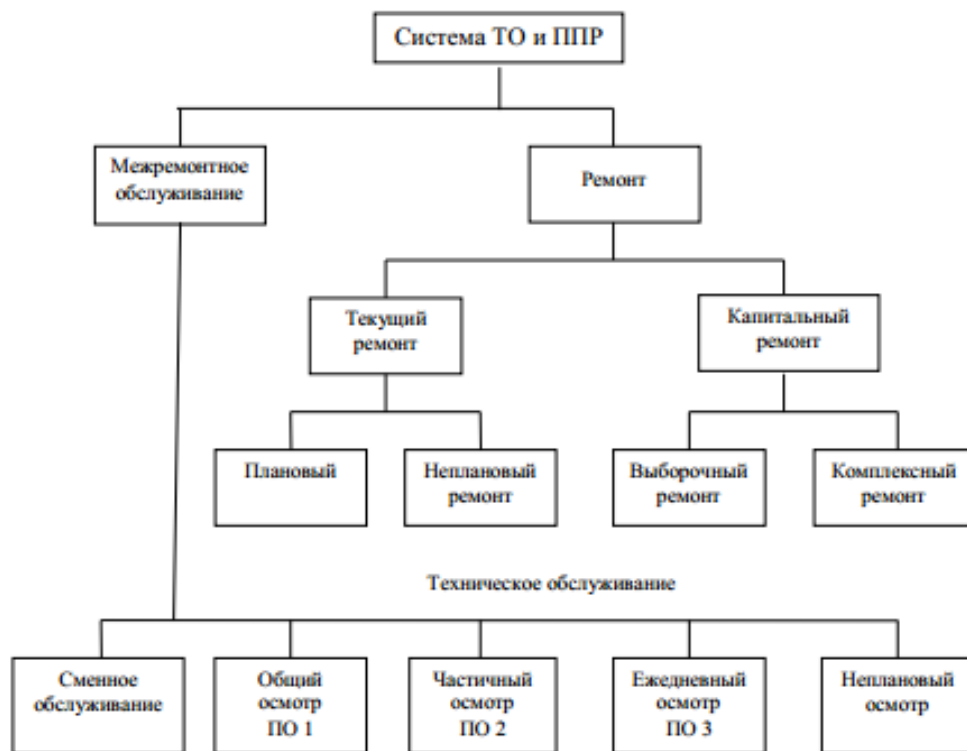


Рис.4 Структура системы технического обслуживания и планово-предупредительного ремонта зданий и сооружений

Объем работ по техническому обслуживанию ИС и ТС определяется перечнем типовых операций при их производстве и технологическими картами.

В целях обеспечения готовности ИС и ТС к работе, вывод в ремонт и приемка из ремонта должны выполняться в соответствии с «Инструкцией по

выводу инженерных систем и технических средств в ремонт и вводу их в рабочий режим после ремонта», которая разрабатывается на предприятии.

Проведению технического обслуживания и всех видов ремонтов должна предшествовать тщательная материально-техническая подготовка и инструктаж персонала.

При производстве работ необходимо использовать современные инструментальные методы диагностики и измерения рабочих параметров, рациональные способы выполнения операций, исправный и поверенный инструмент.

Ответственность за организацию работ, их проведение в соответствии с требованиями технических условий, выполнение правил техники безопасности, пожарной безопасности, производственной санитарии и ведение отчетной ремонтно-технической документации несут лица, ответственные за производство работ.

Основными видами отчетной ремонтно-технической документации на ИС и ТС являются формуляры и паспорта предприятий-изготовителей.

Отметки о выполнении технического обслуживания и ремонтов делаются руководителями работ и исполнителями в планах-графиках ППР, формулярах, а также в эксплуатационно-технической документации, предусмотренной для объектов Госгортехнадзора и Госэнергонадзора.

Планово-предупредительные ремонты должны выполняться персоналом эксплуатационного подразделения, за которым закреплены ИС и ТС.

При необходимости, для выполнения ремонтных и наладочных работ, разрешается привлекать установленным порядком персонал других подразделений и представителей сторонних организаций.

Планирование и организацию ППР возглавляет начальник подразделения (отдела, цеха, службы). Он обеспечивает:

- составление планов-графиков ППР;
- составление планов замены ИС и ТС и внедрения новой техники;
- обучение персонала проведению ППР;
- проведение работ в соответствии с требованиями нормативно-технической документации и охраны труда;
- контроль за проведением работ в объеме и в сроки, предусмотренные планами;
- вывод ИС и ТС в ремонт и ввод их в рабочий режим после ремонта;
- составление заявок на материалы и запасные части для проведения ППР;
- контроль за состоянием и наличием запасных частей, материалов и инструментов, их расходом на ППР и пополнением.

Объем, последовательность и периодичность межремонтного обслуживания и текущих ремонтов ИС и ТС устанавливается в зависимости от конструктивных особенностей, назначения и условий эксплуатации оборудования, требований инструкций заводов – изготовителей.

Межремонтное обслуживание и текущие ремонты осуществляются в соответствии с планами-графиками ППР, которые включают ремонты и техническое обслуживание для каждого вида ИС и ТС в соответствии с

перечнями типовых операций по техническому обслуживанию и техническому ремонту.

Годовые графики ППР на следующий год составляются начальниками эксплуатационных подразделений (отделов, цехов, служб), согласовываются со смежными подразделениями и утверждается главным инженером-заместителем Генерального директора до 25 декабря текущего года.

Месячные графики составляются на основе годовых графиков в виде выписки на каждый последующий месяц, но не позднее 25-го числа текущего месяца, согласовываются со смежными подразделениями, привлечение которых необходимо при производстве работ и утверждается начальниками соответствующих эксплуатационных подразделений (отделов, цехов, служб).

Перенос сроков выполнения ППР, предусмотренных графиками, допускается с разрешения должностных лиц, утвердивших планы.

Трудоемкость каждого вида ТО и ремонта определяется на основании норм трудозатрат.

Нормы трудозатрат должны периодически корректироваться с целью сокращения времени вывода оборудования из работы на основании опыта выполнения работ, совершенствования форм, методов, инструментальной оснащенности и роста квалификации персонала.

Сменное обслуживание выполняется персоналом дежурной службы в строгом соответствии с установленным закреплением ИС и ТС за постами дежурных смен с привлечением при необходимости ремонтного персонала.

Записи о результатах проведения сменных осмотров делаются в оперативных журналах дежурной смены.

Контроль своевременности и качества выполнения сменного обслуживания возлагается на начальников дежурных смен и инженерный состав эксплуатационных подразделений.

3.2 Методы восстановления и усиления оснований и фундаментов

Если проверочные расчеты и результаты обследований свидетельствуют о необходимости усиления фундаментов или грунтов основания, тогда приступают к выбору мероприятий, позволяющих провести усиление с минимальными затратами. Существует несколько приемов усиления оснований и фундаментов. К ним относятся: уширение подошвы, увеличение глубины ее заложения, пересадка фундамента на сваи, возвращение фундамента, смещенного в сторону, в проектное положение; закрепление кладки фундамента, взятие кладки в обойму, закрепление грунтов основания.

Выбирая способ усиления фундаментов или грунтов, нужно учитывать состояние здания или сооружения в целом: условия эксплуатации, предполагаемые особенности работы фундамента в зависимости от увеличения нагрузок, назначения функционирования здания в комплексе с местными условиями (влияние соседних зданий и сооружений, транспорта, прохождение коммуникаций и т.д.). Во всех случаях принятая технология усиления должна обеспечивать длительную и надежную эксплуатацию здания с учетом

геотехнического прогноза.

Если при вскрытии фундамента отмечено его неудовлетворительное состояние (механические повреждения, наличие трещин, расслоение и растрескивание тела) фундамент целесообразно укрепить путем инъекции цементного раствора или синтетическими смолами. Для этого в теле фундамента бурят перфораторами шпуров или пробивают отверстия для установки инъекторов. Расстояние между ними вдоль ленточного фундамента должно быть 50-100 см, глубина погружения инъектора в кладку - до половины ширины фундамента. В отверстие вводят инъектор, через который под давлением 0,2-0,6 МПа нагнетают жидкий цементный раствор.

Раствор заполняет пространство вокруг инъектора диаметром 0,6-1,2 м (рис.5). Обычно число точек инъекции зависит от степени разрушения кладки фундамента.

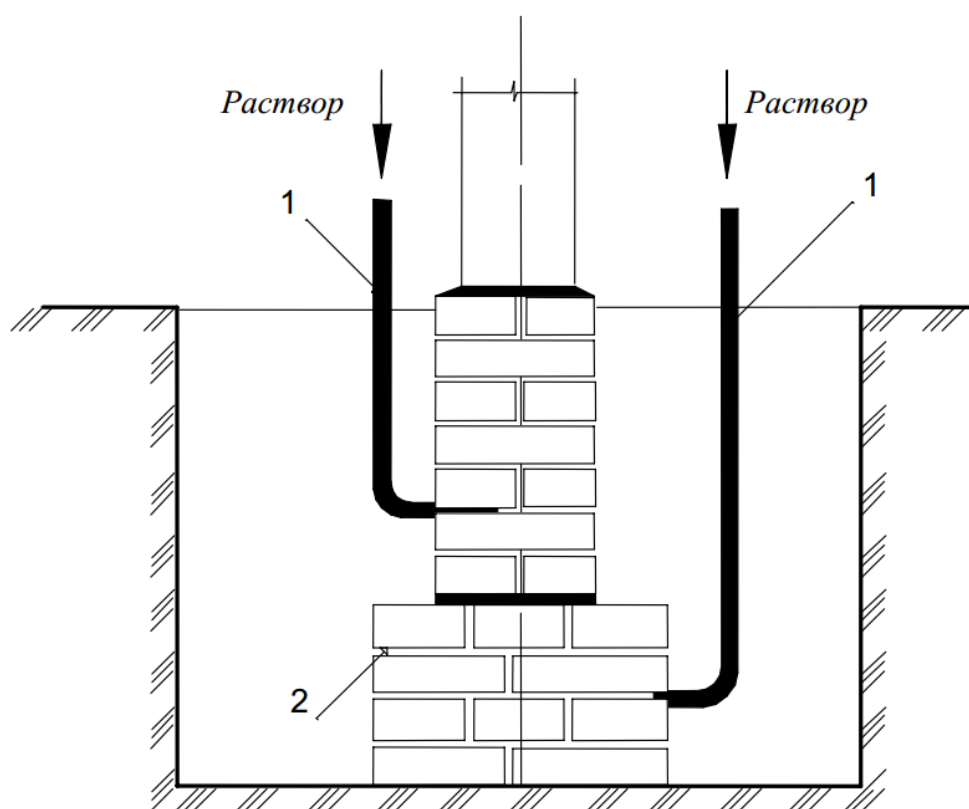


Рис.5. Укрепление кладки старого фундамента:

1 – инъектор; 2 – швы кладки

Работу по закреплению тела фундамента ведут захватками длиной 2,0- 2,5 м, нагнетание длится до тех пор, пока в течение последних 10-15 мин раствор уже поглощается телом фундамента. Консистенция используемых растворов (цемент - вода) должна соответствовать соотношению 1:1 при марке цемента 300-400.

Во время реконструкции часто возникает необходимость в более капитальных работах по укреплению деформировавшихся или ослабленных фундаментов, когда нужно провести сплошное бетонирование с добавочным армированием. Бетонирование может осуществлять как с одной, так и с двух сторон (рис.6, б), при этом возможно уширение фундамента на 20-30 см с каждой

стороны.

Чтобы неизбежные нагрузкой грунты основания под уширенной частью фундамента включились в работу, необходимо повысить их несущую способность. Это достигается путем втрамбовывания в грунт щебня или гравелистого песка, который отсыпают слоями толщиной 5-10 см.

Для связи с фундаментом обойму анкеруют стержнями диаметром 20 мм (рис.6, б) через 1,0-1,5 м. Железобетонную обойму армируют сеткой с ячейками 15х15 см с нижней стороны и 10х10 см – в верхней части. Стойки обоймы выполняют из уголков или швеллера. Один конец стоек заделывают в бетонный пол подвала, другой приваривают к анкерам. Анкера крепят в тело фундамента.

При устройстве обойм следят за обеспечением прочного сцепления нового бетона со старым. Для этого очищают поверхность усиливаемого фундамента от пыли, сажи, масла, химических веществ путем промывки водой или химическим составом, механической обработкой поверхности для обеспечения ее шероховатости.

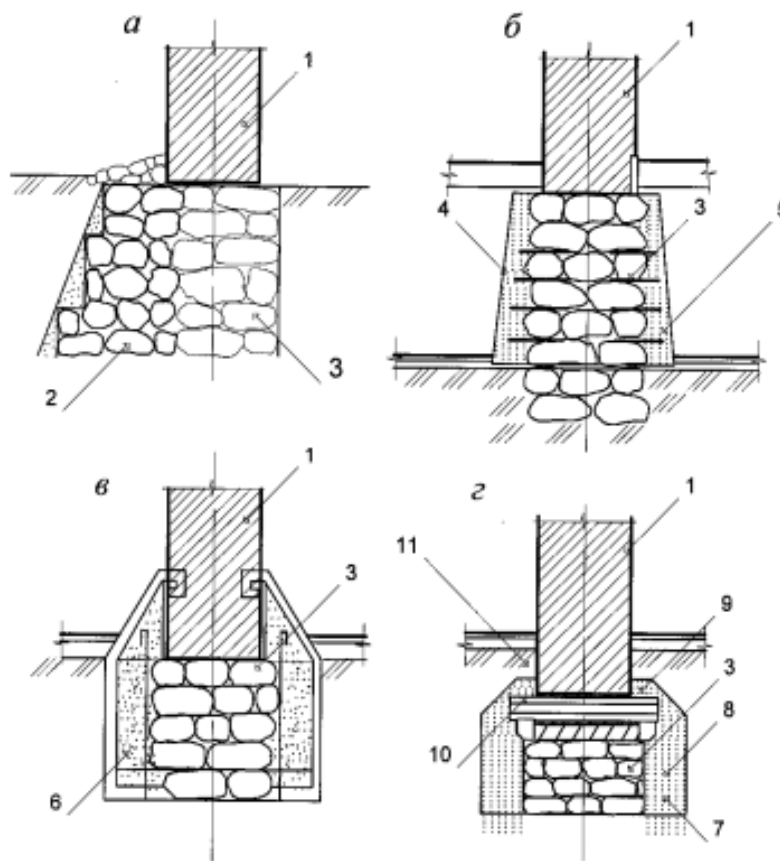
Для усиления железобетонных фундаментов нужно также проверить состояние арматуры после вскрытия защитного слоя бетона, для чего путем простукивания установить качество сцепления арматуры с бетоном. Для лучшего сцепления старого бетона с новым его надо очистить на глубину 1,0- 1,5 см. Очищенную поверхность увлажняют, подсушивают и бетонируют, формируя бетонную обойму.

При реконструкции производственных зданий часто возникает необходимость усиления эксплуатируемых и поврежденных трещинами фундаментов под новое техническое оборудование или для установки машин с динамическими нагрузками. В этом случае устранение возникших дефектов сопряжено со значительными трудностями, связанными с остановкой производства для ремонта фундаментов. Вначале производят разделку трещин шириной 35-40 мм дисковой пилой или отбойным молотком на глубину 60-70 мм. Вдоль разделанных трещин перфоратором пробуривают отверстия с шагом 0,5-0,7 м на глубину 100-150 мм, в которые устанавливают инъекторы из металлических трубок. Затем трубки с поверхности фундамента герметизируют раствором на расширяющемся цементе марки 400. После твердения раствора производят продувку трещин горячим водяным паром для удаления масел и химических загрязнителей, после чего сушат. Затем трещины под давлением 0,6-1,2 МПа заполняют синтетическими смолами. При недостаточной несущей способности грунтов основания увеличивают площадь фундаментов. Для этого усиливаемый ленточный фундамент разбивают на захватки длиной 1,5-2,0 м. На этих участках отрывают вручную траншеи шириной 1,2-2,0 м до подошвы.

После этого в фундамент забивают металлические штыри, устанавливают опалубку и бетонируют уширение (рис.6, в, г). Вокруг фундамента могут оказаться разрыхленные или сильно увлажненные участки грунта, поэтому их предварительно уплотняют, утрамбовывая щебень или гравий.

Метод предложенный Н. И. Страбахиным, предварительного уплотнения грунтов (рис.7), заключается в установлении с двух сторон существующего фундамента дополнительных железобетонных сборных блоков уширения,

нижнюю часть которых стягивают анкерами и арматурной стали, пропущенными сквозь блоки и существующие фундаменты. Верхнюю часть блоков разжимают забивными клиньями или домкратами. В результате блоки поворачиваются вокруг нижней закрепленной анкерами точки и своей подошвой обжимают неуплотненный грунт нового основания.



**Рис.6 Традиционные технологии усиления фундаментов:
а – прикладкой вперевязку; б, г – бетонными обоймами; в –
железобетонными обоймами;**

**1 – стена; 2 – новая кладка вперевязку со старой; 3 – старая кладка; 4 –
металлические штыри; 5 – бетонная обойма; 6 – железобетонная обойма;
7 – щебеночная подготовка; 8 –бетонные банкетки; 9 – рабочая балка; 10 –
распределительная балка; 11 - зачеканка литым бетоном**

При недостаточной несущей способности грунтов основания увеличивают площадь фундаментов путем дополнительного расширения их размеров бетонными обоймами (рис.6). Для этого необходимо соединить существующий фундамент с дополнительными элементами –обоймами, банкетками.

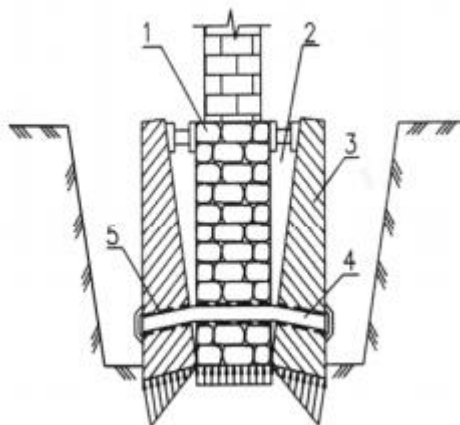


Рис.7 Усиление фундаментов дополнительными блоками, обжимающими грунты оснований при их повороте:

1 –существующий фундамент; 2 – щель, раскрываемая при повороте блоков; 3 – железобетонный блок; 4 – анкерное крепление; 5 – отверстия для анкеров

Подобную фундаментов отдельных опор целесообразно расширять одновременно с устройством обоймы вокруг колонны.

Эту обойму обычно делают из металла.

В мировой и отечественной практике стали широко применять новые технологии усиления оснований и фундаментов, в основу которых положена высокая степень механизации работ. В каждом конкретном случае могут быть подобраны свои технологические приемы в зависимости от грунтовых условий, конструктивных особенностей здания, расположения подземных коммуникаций гидрогеологических условий площадки.

Один из таких технологических приемов заключается в подводке на уровне подвала железобетонной плиты, закрепленной в теле фундамента. Чтобы плита включилась в работу, под нее инъецируют цементный раствор для опрессовки верхних слоев грунта или соединяют со сваями, задавливаемыми в грунт.

Подводка под здание фундаментной плиты снимает давление на грунты.

В ряде случаев опорную площадь фундаментов можно увеличить за счет сборных плит, устраиваемых в подвале здания. При этом нагрузки на плиты передаются через рамные конструкции, упирающиеся в перекрытие. Недостатком этого способа является проведение работ в стесненных условиях и применение специального оборудования при монтаже.

Рядом фирм предлагается устройство выносных консолей и железобетонных плит, а также устройство короткой сваи-шпоры железобетонной плиты.

В практике усиления широко применяют вертикальные, и наклонные буроналивные сваи. За рубежом они известны как корневидные, так как по длине имеют неровную поверхность. Технология работ с ними заключается в следующем. Бурят скважину диаметром 80-250 мм. Вертикальные или наклонные скважины выполняют станками вращательного бурения

непосредственно через стены и фундаменты усиливаемых сооружений прямо с тротуара. Имеется большой выбор малогабаритных буровых станков, которые могут быть использованы для этих целей. После бурения до проектной глубины буровой механизм извлекают, скважину заполняют глинистым раствором, секциями опускают арматурный каркас. Затем в скважину опускают инъекционную трубу диаметром 25-30 мм из звеньев длиной 100-250 см, соединенных муфтами, и под давлением закачивают цементно-песчаный раствор. Глинистый раствор из скважины вытесняется и скважина с цементно-песчаным раствором опрессовывается сжатым воздухом. Таким методом были успешно реконструированы здания МХАТ и Государственной Третьяковской галереи в Москве, ряд сооружений в Санкт-Петербурге и в Украине (Киев, Львов). Вышеприведенный метод усиления оснований и фундаментов позволяет, используя малогабаритное оборудование, вести работы в помещениях, не затрудняя их функционирования при минимальных затратах труда, с низким расходом материалов. Вместе с тем этот метод имеет и недостатки. К ним относятся:

- недостаточно изучена работа свай в слабых грунтах;
 - низкая несущая способность этих свай из-за небольших габаритов – диаметра и длины;
 - неопределенность формы и сечений по длине свай.
- Перспективным является метод струйной технологии (рис. 8).

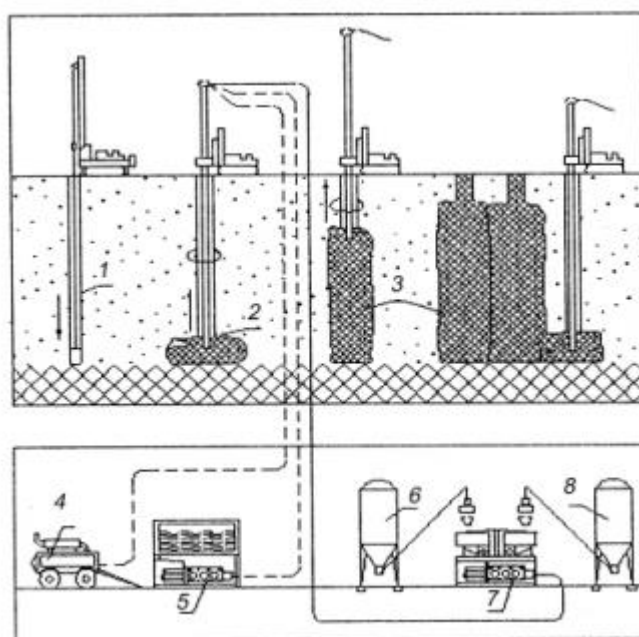


Рис.8 Схема устройства стенки из свай с использованием струйной технологии (jet grouting): 1 – буровая скважина до плотных грунтов; 2 – инъектор; 3 – формируемая свая; 4– компрессор; 5 – насос для подачи воды; 6 –емкостицемента и песка; 7 – растворонасос

Последовательность технологических процессов по этому методу заключается в следующем. Сначала бурят скважину 1, в которую погружают

инъектор 2 со специальной насадкой с отверстиями (сопло), подают под большим давлением (100 МПа) инъекционный раствор, инъектор постепенно поднимают с одновременным его вращением, в результате чего формируется свая заданного диаметра или стенка из свай. Все элементы оборудования монтируются на самоходной установке с подводными трубопроводами и локально расположенными компрессором, насосом, растворонасосом, емкостями цемента и песка.

Преимущество струйной технологии является очевидным в сравнении с другими методами, так как она позволяет проводить работы в любых неблагоприятных грунтовых и стесненных условиях, экологически чистыми компонентами.

Следует отметить, что последние три метода используются как при работах, связанных с усилением и реконструкцией зданий и сооружений, так в условиях нового строительства, особенно в застроенной части города.

Анализ методов усиления и реконструкции зданий и сооружений был бы неполным без щелевых фундаментов, которые можно использовать при реконструкции действующих предприятий в стесненных условиях, особенно в случаях, когда динамические воздействия нежелательно проводить вблизи существующих зданий, сооружений и коммуникаций.

3.3 Методы восстановления и усиления кирпичных конструкций

При реконструкции зданий и сооружений, выполненных из каменных конструкций, важно оценить фактическую прочность несущих элементов. Эта оценка для армированных и неармированных конструкций выполняется методом разрушающих нагрузок на основании фактической прочности кирпича, раствора и предела текучести стали. При этом необходимо наиболее полно учитывать все факторы, которые могут снизить несущую способность конструкции (трещины, локальные повреждения, отклонения кладки по вертикали и соответствующее увеличение эксцентриситетов, нарушение связей между несущими конструкциями, смещения плит покрытий и перекрытий, прогонов, стропильных конструкций и т.п.). В связи с тем, что каменные конструкции испытывают в основном сжимающие усилия, наиболее эффективным способом их усиления является устройство стальных, железобетонных и армированных растворных обойм (рис. 9).

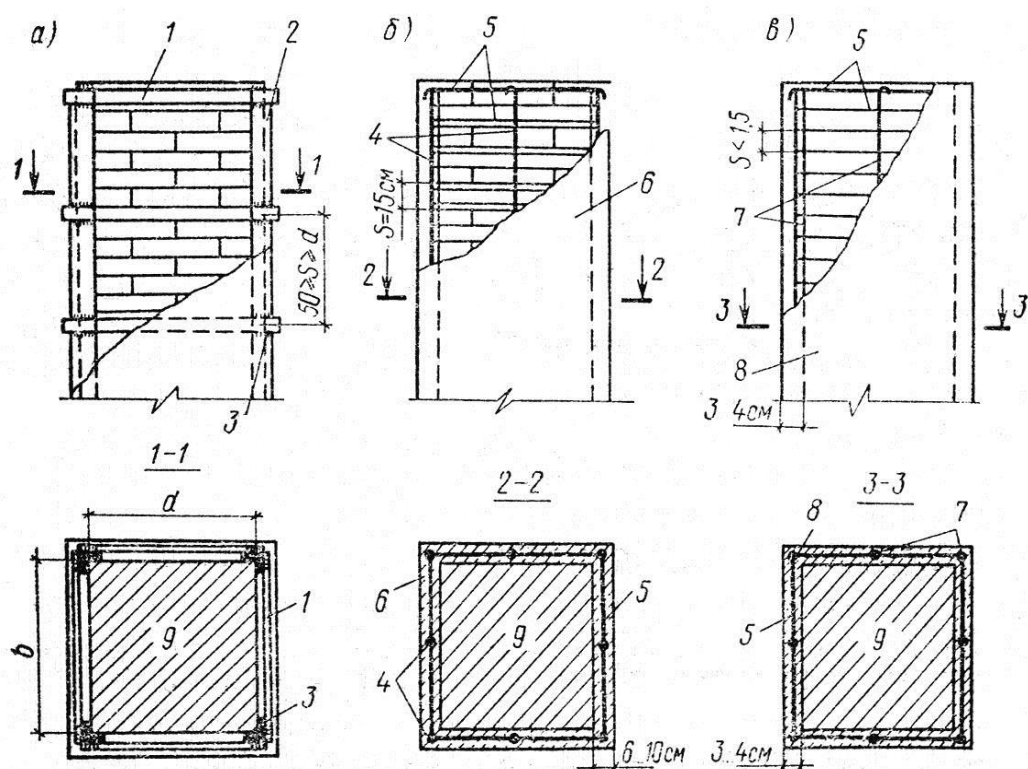


Рис. 9 Усиление каменных столбов стальной (а), железобетонной (б) и армированной раствором (в) обоймами:
1 – планки 35×5–60×12 мм; 2 – уголки; 3 – сварка;
4 – стержни Ø 5–12 мм; 5 – хомуты Ø 4–10 мм; 6 – бетон В12,5–В14;
7 – стержни Ø 6–12 мм; 8 – раствор марки 50–75; 9 – кладка

Каменная кладка в обойме работает в условиях всестороннего сжатия, при этом ее поперечные деформации значительно уменьшаются и, как следствие, существенно увеличивается сопротивление продольной силе.

Стальная обойма состоит из двух основных элементов – вертикальных стальных уголков, которые устанавливаются по углам простенков или столбов на цементном растворе, и хомутов из полосовой или круглой стали. Шаг хомутов принимается не более меньшего размера сечения и не более 500 мм. Для обеспечения включения обоймы в работу кладки необходимо тщательно зачеканивать или инъецировать зазоры между стальными элементами обоймы и каменной кладкой цементным раствором.

После устройства металлической обоймы ее элементы защищают от коррозии цементным раствором толщиной 25–30 мм по металлической сетке.

Железобетонная обойма выполняется из бетона класса В10 и выше с продольной арматурой классов А-I, А-II, А-III и поперечной арматурой класса А-I. Шаг поперечной арматуры принимается не более 15 см. Толщина обоймы определяется расчетом и принимается в пределах 4–12 см.

Армированная раствором обойма отличается от железобетонной тем, что вместо бетона применяется цементный раствор марки 75–100, которым защищается арматура усиления.

Эффективность железобетонных и цементных обойм определяется процентом поперечного армирования, прочностью бетона или раствора, сечением обоймы, состоянием каменной кладки и характером приложения нагрузки на конструкцию.

Следует, однако, отметить, что увеличение процента армирования поперечными хомутами не обеспечивает пропорционального прироста прочности кладки – увеличение несущей способности происходит по затухающей кривой. При увеличении размеров сечения элементов эффективность обоймы несколько снижается, однако это снижение незначительно и в расчетах может не учитываться.

Для обеспечения совместной работы элементов обоймы при ее длине, превышающей в 2 раза и более толщину, необходимо установить дополнительные поперечные связи, которые пропускают через кладку (рис. 10), расстояние между этими связями в плане принимается не более 1 м и не более двух толщин стен, а по высоте – не более 75 см.

Одновременно с усилением стен обоймами рекомендуется также выполнять инъекцию в имеющиеся трещины в кирпичной кладке цементного раствора.

Инъекция осуществляется путем нагнетания в поврежденную кладку жидкого цементного или полимер-цементного раствора под давлением. При этом происходит общее замоноличивание кладки, восстанавливается и даже увеличивается ее несущая способность. Достоинством такого метода усиления является возможность его осуществления без остановки производства, при небольших затратах материалов и без увеличения поперечных размеров конструкций.

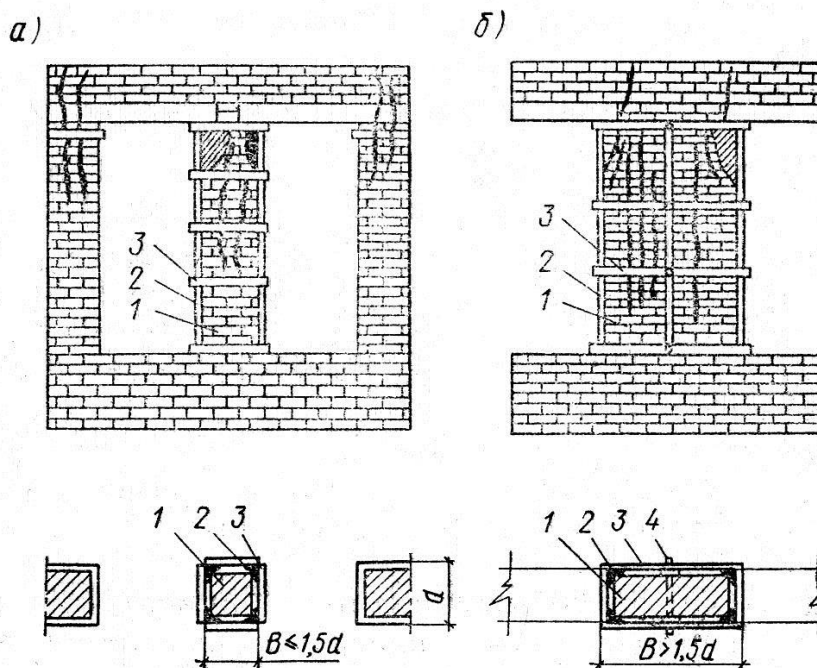


Рис. 10 Усиление простенков стальными обоймами:
1 – кирпичный столбик; 2 – стальные уголки; 3 –
планка; 4 – поперечная связь

Для обеспечения эффективности инъектирования применяют

портландцемент марки не менее 400 с тонкостью помола не менее 2400 см²/г с густотой цементного теста 22–25 %, а также шлакопортландцемент марки 400 с небольшой вязкостью в разжиженных растворах. Песок для раствора применяют мелкий с модулем крупности 1,0–1,5 или тонкомолотый с тонкостью помола равной 2000–2200 см²/г.

Для повышения пластичности состава в раствор добавляют пластифицирующие добавки в виде нитрита натрия (5 % от массы цемента), поливинилацетатную эмульсию ПВА с полимерцементным отношением П/Ц = 0,6 или нафталиноформальдегидную добавку в количестве 0,1 % от массы цемента.

К инъекционным растворам предъявляются достаточно жесткие требования: малое водоотделение, необходимая вязкость, требуемая прочность на сжатие и сцепление, незначительная усадка, высокая морозостойкость.

При небольших трещинах в кладке (до 1,5 мм) применяют полимерные растворы на основе эпоксидной смолы (эпоксидная смола ЭД-20 (ЭД-16) – 100 мас. ч.; модификатор МГФ-9 – 30 мас. ч.; отвердитель ПЭПА – 15 мас. ч.; тонкомолотый песок – 50 мас. ч.), а также цементно-песчаные растворы с добавкой тонкомолотого песка (цемент – 1 мас. ч.; суперпластификатор нафталинофор-мальдегид – 0,1 мас. ч.; песок – 0,25 мас. ч.; водоцементное отношение – 0,6).

При более значительном раскрытии трещин применяют цементно-полимерные растворы состава 1 : 0,15 : 0,3 (цемент : полимер ПВА : песок) или цементно-песчаные растворы состава 1 : 0,05 : 0,3 (цемент : пластификатор нитрит натрия : песок), В/Ц = 0,6, модуль крупности песка $M_k = 1,0$.

Раствор нагнетается под давлением до 0,6 МПа. Плотность заполнения трещин определяется через 28 сут после инъектирования неразрушающими методами.

Предел прочности кладки усиленной инъектированием, определяется по СНиП II-22-81 «Каменные и армокаменные конструкции. Нормы проектирования» с введением поправочных коэффициентов m_k , величина которых зависит от причин образования трещин в кирпичной кладке и от вида инъекционного раствора ($m_k = 1,1$ – при наличии трещин от силовых воздействий и при применении цементного и цементно-полимерного раствора; $m_k = 1,3$ – то же, при полимерных растворах; $m_k = 1,0$ – при наличии одиночных трещин от неравномерных осадок опор или при нарушении связи между совместно работающими стенами и усиленном инъектировании цементно-песчаным или полимерными растворами). Прочность инъекционных растворов на сжатие должна составлять 15–25 МПа.

Совместное усиление кирпичной кладки стальной обоймой и инъектированием позволяет существенно повысить ее несущую способность и используется в том случае, если раздельное применение этих способов усиления недостаточно.

При устройстве комбинированного усиления сначала устанавливают металлическую обойму, затем производят инъектирование раствора в кладку. Расчет несущей способности при этом осуществляют как для кладки усиленной

обоймой, но несущую способность кладки при этом определяют с учетом коэффициента.

При надстройке и реконструкции кирпичных зданий и сооружений, а также в случае аварийного состояния стен рекомендуется полная замена каменных конструкций. Замена производится после временного крепления стен конструкциями из дерева или стального проката, способных воспринять нагрузки, передающиеся на разбираемые простенки или столбы.

При необходимости замены узких простенков устанавливают временные стойки, которые опираются на подоконные участки и поддерживают перемычки. При ширине простенка более 1 м устанавливают две и более стоек. Включение стоек в работу осуществляется с помощью клиновидных подкладок. Новую кладку выполняют из каменных материалов более высокой прочности, но не ниже марки 100 на растворе марки 100 и выше. При этом осуществляют плотное осаживание кирпича для получения тонких швов кладки. При необходимости горизонтальные швы армируют стальными сетками. Верх новой кладки не доводят до старой на 3–4 см. и затем этот зазор плотно зачеканивают жестким цементным раствором марки 100 и выше. При необходимости плотность прилегания новой и старой кладки обеспечивается путем забивки в неотвердевший раствор плоских стальных клиньев.

Временные крепления разбирают после того, как раствор новой кладки наберет 50 % проектной прочности. При реконструкции кирпичных зданий часто возникает необходимость в повышении их жесткости и прочности в связи с появлением в процессе эксплуатации недопустимых трещин и деформаций. Эти дефекты могут быть вызваны неравномерными осадками фундаментов в результате ошибок при проектировании, строительстве или эксплуатации, плохой перевязкой швов и т.п. Одним из наиболее эффективных способов восстановления и усиления несущей способности здания в этом случае является его объемное обжатие с помощью металлических тяжей диаметром 25–36 мм, располагаемых в уровне перекрытий.

Объемное обжатие может осуществляться для здания в целом или для его отдельной части. Тяжи могут располагаться по поверхности стен или в бороздах сечением 70×80 мм. После натяжения борозды заделываются цементным раствором; тяжи, расположенные по поверхности стен, также оштукатуриваются, образуя горизонтальные пояса, которые не должны ухудшать архитектурный облик здания.

Крепление тяжей осуществляется к вертикальным уголкам, устанавливаемым на цементном растворе на углах и выступах здания (рис. 11).

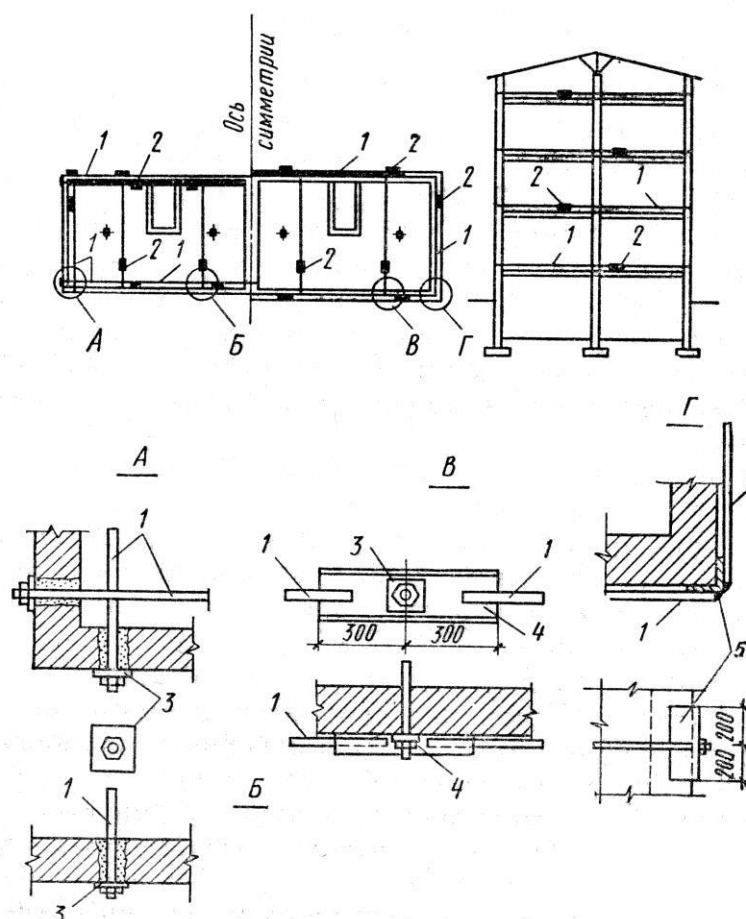


Рис. 11 Усиление стен объемным обжатием:

**1 – тяжи; 2 – муфта натяжения; 3 – металлическая прокладка;
4 – швеллер № 16–20; 5 – уголок**

Натяжение тяжей осуществляется с помощью стяжных муфт одновременно по всему контуру здания. Предварительно тяжи разогреваются автогеном, паяльными лампами или электронагревом.

Механическое натяжение осуществляется вручную с помощью рычага длиной 1,5 м с усилием 300–400 Н. Общее усилие натяжения составляет около 50 кН, его контроль осуществляется по отсутствию провисания тяжей, различными приборами, индикаторами, простукиванием (хорошо натянутый тяж издает чистый звук высокого тона).

Поврежденные или отклонившиеся от вертикали углы зданий усиливаются металлическими балками из швеллеров № 16–20, которые устанавливаются в уровне перекрытий в вырубленные с двух сторон стены борозды или на поверхности стены и соединяются друг с другом стяжными болтами.

Кирпичные опоры под железобетонные или стальные перемычки при необходимости усиливают бандажами или обоями, а при сильных повреждениях разбирают и перекладывают, предварительно установив под концами перемычек временные разгружающие стойки на клиньях.

Усиление перемычек или устройство новой перемычки над проемом большего размера осуществляется путем подведения стальных балок, которые

устанавливаются над проемом в вырубленные борозды и стягиваются между собой болтами. После разборки нового проема балки оштукатуриваются по металлической сетке.

При нарушении совместной работы продольных и поперечных стен вследствие образования трещин рекомендуется устанавливать поперечные стальные гибкие связи диаметром 20–25 мм в уровне перекрытий, закрепив их к стенам с помощью распределительных прокладок из швеллеров или уголков. При реконструкции часто возникает необходимость во временном усилении (раскреплении) стен и перегородок из каменных материалов. Такое усиление необходимо при отклонении стен от вертикали и их выпучивании на величину более $1/3$ толщины. При высоте стен до 6 м их раскрепляют подкосами из бревен, установленными с шагом 3–4 м, причем верхние концы подкосов упирают в металлические штыри, забитые в швы кладки. При большей высоте стен (до 12 м) применяют двойные подкосы из бревен (брусьев), которые крепятся в пристенные стойки и распределительные брусья.

При высоте стен более 12 м крепление стен осуществляется тяжами с натяжными муфтами. Рационально при этом использовать расположенные рядом устойчивые здания и сооружения (рис. 12).

Поврежденные несущие простенки можно разгрузить, установив в смежных проемах временные стойки или (при технологической возможности) заложив их кирпичной кладкой.

При опирании на усиливаемые простенки стропильных конструкций, балок и прогонов их разгружают путем подведения под опорные части этих конструкций временных деревянных или металлических рам или кирпичных столбов на гипсовых растворах.

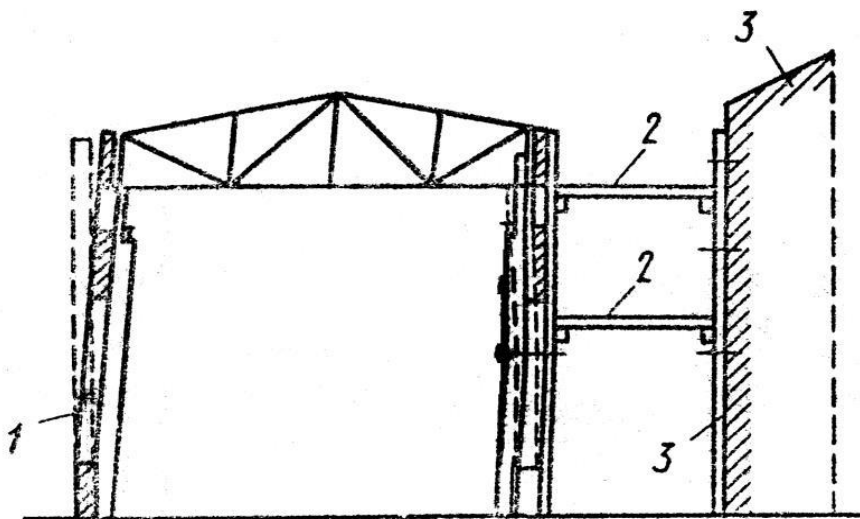


Рис. 12. Крепление наклонившейся стены к стенам устойчивых зданий:

1 – деформированное здание; 2 – распорка; 3 – устойчивое сооружение

3.4 Методы восстановления и усиления бетонных, железобетонных конструкций и металлических конструкций

Одним из наиболее простых способов усиления изгибаемых стержневых конструкций является подведение под них жестких или упругих опор. Этот способ рекомендуется, если дополнительные опоры не препятствуют технологическому процессу.

Жесткие опоры могут располагаться на отдельных или существующих фундаментах. Последнему следует отдавать предпочтение, даже если это потребует усиления фундаментов. Дело в том, что при дополнительных фундаментах трудно избежать осадок опор и, как следствие, их плохого включения в работу усиливаемой конструкции. В качестве контрмеры рекомендуется предварительное обжатие грунта под фундаментом усилием, равным расчетной нагрузке.

На рис. 13, 14 приведены примеры усиления балок и ригелей подведением жестких опор, которые могут выполняться как в металле, так и в железобетоне.

Важным моментом при таком усилении является включение элементов усиления в работу усиливаемой конструкции. Это достигается путем установки клиновидных прокладок, подъемом усиливаемой конструкции с помощью горизонтально расположенных домкратов, натяжением металлической затяжки посредством натяжной муфты и другими способами.

В качестве упругих дополнительных опор могут быть также рекомендованы гибкие тяжи, подвешиваемые к вышележащим конструкциям, если они не препятствуют технологическому процессу. Натяжение тяжей осуществляется с помощью гаек и натяжных муфт или электротермическим способом.

В исключительных случаях, когда конструкции находятся в критическом состоянии и возможно их разрушение (полное или частичное) без нагрузки, а также, если существующие конструкции не позволяют обеспечить габариты помещений по требованиям новой технологии, рекомендуется произвести полную разгрузку или замену конструкций. Необходимо отметить, что эта работа требует наиболее существенных материальных и трудовых затрат и должна быть соответствующим образом обоснована.

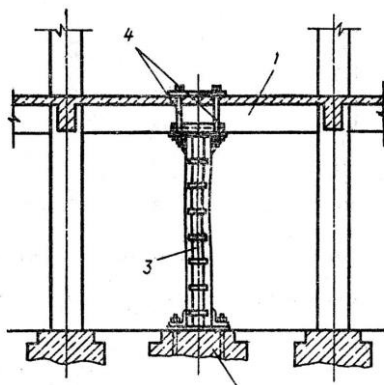


Рис. 13 Усиление балки подведением жесткой опоры: 1- усиливаемая балка; 2 – дополнительный фундамент; 3 – колонна усиления; 4-болты

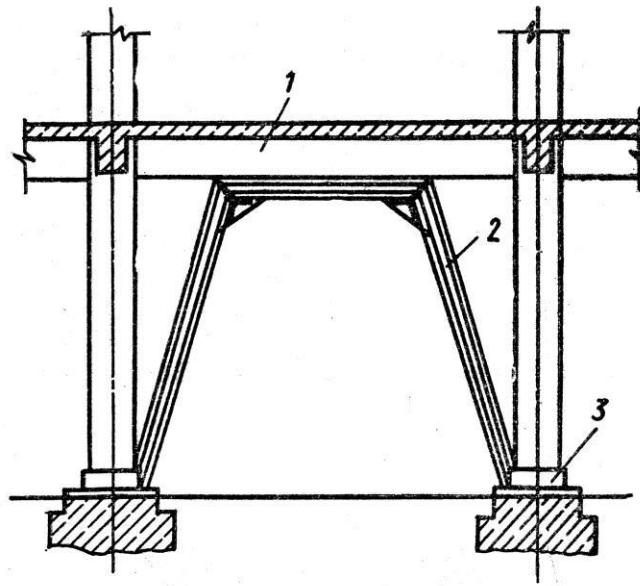


Рис. 14 Усиление ригеля жестким порталом:

1 – усиливаемый ригель; 2 – жесткий портал; 3 – металлический бандаж

Разгружающие конструкции в виде отдельных балок, ферм, плит, а также комбинированных систем из железобетона и металла применяются обычно для разгрузки небольших участков перекрытий, когда не требуется устройство дополнительных колонн и фундаментов.

При возможности разгружающие конструкции следует устанавливать сверху разгружаемых (рис. 15, 16), обеспечивая между ними зазор для свободного прогиба элементов усиления.

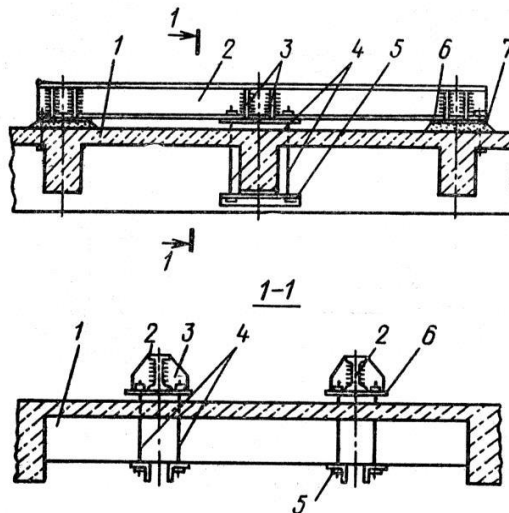


Рис. 15. Усиление балки и плиты перекрытия металлическими балками сверху:

1 – разрушаемая балка; 2 – металлическая балка; 3 – ребра жесткости; 4 – тяжи; 5 – планка; 6 – опорные листы; 7 – опорные подушки

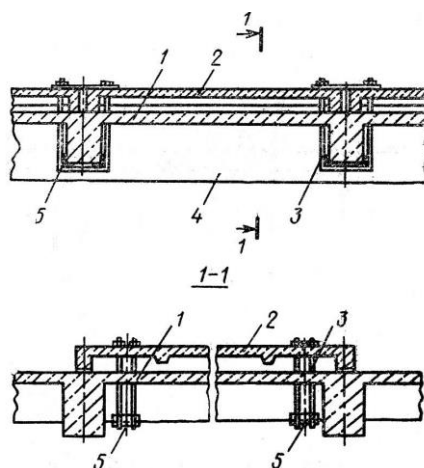
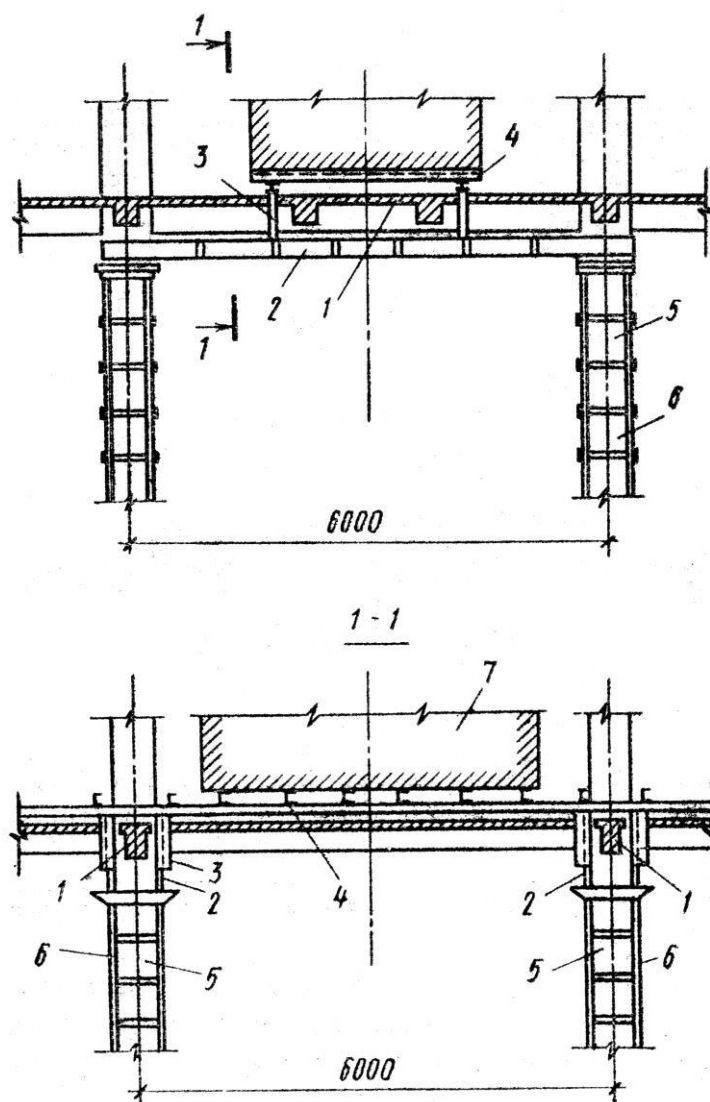


Рис. 16. Разгрузка монолитной железобетонной плиты ребристой железобетонной плитой:

1 – разгружаемая плита; 2 – конструкция усиления; 3 – элементы крепления;

4 – ригель; 5 – прокладки

Если это невозможно по технологическим причинам, разгружающие конструкции подводят или подвешивают снизу. В этом случае передача нагрузки осуществляется с помощью стоек, пропущенных через отверстия, в разгружаемом перекрытии (рис. 17). При частичном разгрузении конструкции снимают с существующей только часть нагрузки. В этом случае элементы усиления могут иметь контакт с существующими конструкциями по всей длине или в отдельных точках (рис. 18).



**Рис. 17. Разгрузка плиты перекрытия системой металлических балок
снизу:**

**1 – усиливаемое перекрытие; 2 – разгружающая балка (главная); 3 –
стойка;**

4 – разгружающие балки; 5 – колонны; 6 – обоймы усиления;

7 – дополнительное оборудование

При применении разгружающих конструкций, не замоноличенных с усиливаемой, их расчет осуществляется как отдельных самостоятельных элементов или они рассматриваются как элементы общей системы, усилия в которых определяются по правилам строительной механики.

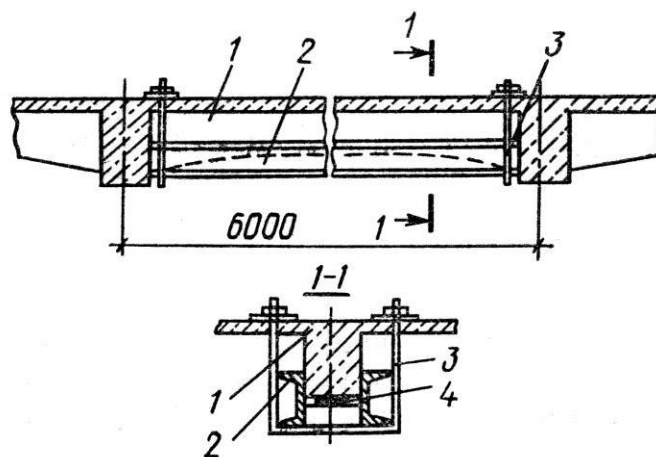


Рис. 18. Частичная разгрузка металлическими балками снизу:

1 – усиливаемая балка; 2 – балки усиления; 3 – тяжи;

4 – упорная пластина

При применении полного разгрузки существующих конструкций между ними и новыми разгружающими конструкциями должен быть обеспечен зазор, который превышает максимальный прогиб для металлических конструкций усиления в 1,5 раза, для железобетонных – в 2 раза.

При частичном разгрузении с помощью конструкций, которые соприкасаются с усиливаемой конструкцией по всей длине или устанавливаются рядом, усилия в изгибаемых элементах распределяются пропорционально жесткостям:

$$M_1/V_1 = M_2/V_2,$$

где V_1 и M_1 – соответственно жесткость и момент, воспринимаемый существующей конструкцией;

V_2 и M_2 – то же, элементами усиления.

В усиленной конструкции сначала определяют нагрузку, которая воспринимается существующей конструкцией, затем на дополнительную нагрузку подбирают сечение конструкции усиления. При этом пропорционально жесткостям распределяется только та часть нагрузки, которая была приложена после усиления. Если разгружающая конструкция соприкасается с усиливаемой не по всей длине, а в отдельных точках (например, через прокладки), то распределение по жесткостям осуществляется при количестве точек опирания не менее 8 (в том числе и на опорах), а расстояние между опорными точками не превышает трех высот любой из двух конструкций. Полный момент в комплексной конструкции равен сумме двух моментов:

$$M = M_1 + M_2,$$

где M_1 и M_2 – соответственно моменты, воспринимаемые существующей конструкцией и конструкцией усиления. В частично разгружаемой железобетонной конструкции расчет по наклонному сечению на всю нагрузку производится только для элементов усиления.

До усиления конструкций жесткими дополнительными опорами необходимо проверить общую деформацию от максимальных ожидаемых нагрузок в местах примыкания к усиливаемой конструкции. Во избежание деструктивных изменений в существующей конструкции эта деформация не

должна превышать максимальный прогиб усиливаемой конструкции без дополнительных опор более чем на 10 %. При подведении жестких опор усиливаемую конструкцию следует максимально разгрузить.

Расчетные усилия в изгибаемых элементах, усиленных жесткими опорами, определяются как сумма усилий, подсчитанных для двух стадий работы конструкций: до усиления (при этом принимается первоначальная расчетная схема) и после усиления (расчетная схема принимается с учетом дополнительных жестких опор).

Расстояния между опорами следует назначать такими, чтобы суммарная эпюра моментов ни в одном сечении не выходила за пределы эпюры материалов. В том случае, если над дополнительной опорой возникает отрицательный момент, превышающий допустимый, и возможно образование нормальных трещин, балку следует рассматривать как разрезную с шарниром в месте опоры.

В связи с тем, что наличие нормальных трещин может снизить несущую способность балки по наклонному сечению, необходимо предусмотреть достаточную площадь ее опирания на дополнительной опоре.

При усилении изгибаемых элементов упругими дополнительными опорами их расчет, как и при жестких опорах, осуществляется для двух стадий, а найденные из статических расчетов усилия суммируются. Расчет по второй стадии системы «балка – упругие опоры» основан на равенстве прогибов усиливаемого элемента и упругой опоры в месте их соединения. В качестве расчетной схемы принимается балка на упруго-податливых опорах, усилия в которой определяются по уравнениям пяти моментов при известных жесткостных характеристиках опор. Эти характеристики можно найти, выполнив статический расчет всей конструкции, дополнительной опоры и установив ее перемещение от единичной силы, приложенной в точке установки опоры. В случае установки нескольких дополнительных опор жесткостные характеристики определяются для каждой из них.

Усилия в дополнительных опорах вычисляют по выбранной расчетной схеме с учетом нагрузок, прикладываемых к конструкции, и реакций в местах установки упругих опор.

При устройстве дополнительных жестких и упругих железобетонных опор рекомендуется учитывать возможное перераспределение усилий в усиливаемой конструкции в связи с деформациями ползучести, которые снижают жесткостные характеристики опор. Этот учет производится в соответствии с положениями СП 63.13330.2012 при учете воздействия длительных статических нагрузок.

Усиление сжатых зон изгибаемых (и внецентренно сжатых) элементов возможно осуществлять торкрет-бетоном толщиной до 30 мм, который наносится на очищенную и промытую бетонную поверхность старого бетона, обернутую сеткой с ячейкой 30–60 мм из проволоки диаметром 1–2 мм, прикрепленной к конструкции дюбелями с помощью строительного пистолета. При тщательном соблюдении перечисленных рекомендаций обеспечивается надежное сцепление «нового» и «старого» бетона, в результате сечение конструкции и, как следствие, ее несущая способность увеличиваются. Более

существенного повышения несущей способности элементов возможно добиться увеличением площади сечения арматуры (наращивание сечения). Если по расчету требуется незначительное увеличение сечения арматуры (2–4 стержня), осуществляют подварку новой арматуры к существующим стержням боковых каркасов. Для этого скалывают защитный слой, оголяют арматуру и приваривают к ней прерывистым швом коротыши диаметром 10–40 мм, длиной 50–200 мм с шагом 200–1000 мм – для растянутых стержней и не более 20 диаметров продольной арматуры, но не более 500 мм – для сжатой (рис. 19). К коротышам приваривают дополнительную продольную арматуру, которую допускается применять тех же классов. При арматуре класса Ат-V и выше из высокопрочной проволоки и канатов, а также при сильной коррозии арматуры применение сварки не допускается и усиление конструкций методом наращивания не рекомендуется.

После установки дополнительной арматуры производится ее торкретирование или заделка цементной штукатуркой, при этом размер сечения элемента увеличивается на 20–80 мм. При большей толщине наращивания применяют вертикальные и наклонные соединительные элементы.

Для увеличения сцепления старого и нового бетона на поверхности усиливаемого элемента перед наращиванием выполняют насечку, которую тщательно очищают от пыли и грязи водой под давлением. Минимальный диаметр арматуры при наращивании – 10 мм. При необходимости более мощного усиления устраивают наружные уголовые полуобоймы.

Для совместной работы с железобетонной конструкцией металлоконструкции усиления должны быть обязательно приварены к существующей арматуре. С этой целью угловые стержни арматурного каркаса оголяются на ограниченных участках длиной 6–12 см с шагом 60–120 см (рис. 19, б). К арматуре приваривают короткие арматурные стержни, диаметр которых принимают таким, чтобы они были заподлицо с наружными гранями сечения. Затем к коротким прокладкам приваривают планки обойм, плотно прилегающие к телу бетона. Обоймы из уголков приваривают непосредственно к соединительным планкам обойм.

Прокладки-коротыши могут быть заменены диагональными ребрами из листовой стали (рис. 19, в). Зазоры между ветвями обоймы и телом бетона заполняют цементным раствором состава 1:2 или 1:3 на расширяющемся или безусадочном цементе, затем элементы усиления покрывают перхлорвиниловой эмалью по грунту под цвет конструкции.

Так как свариваемые стали (арматура и профильный металл) имеют разные марки, сварку производят электродами Э42А-Ф или 350А-Ф.

Усиления добавлением арматуры, а также в виде обойм и полуобойм можно рекомендовать также при обнаружении ошибок в армировании, допущенных при изготовлении конструкций, или занижении проектного класса бетона.

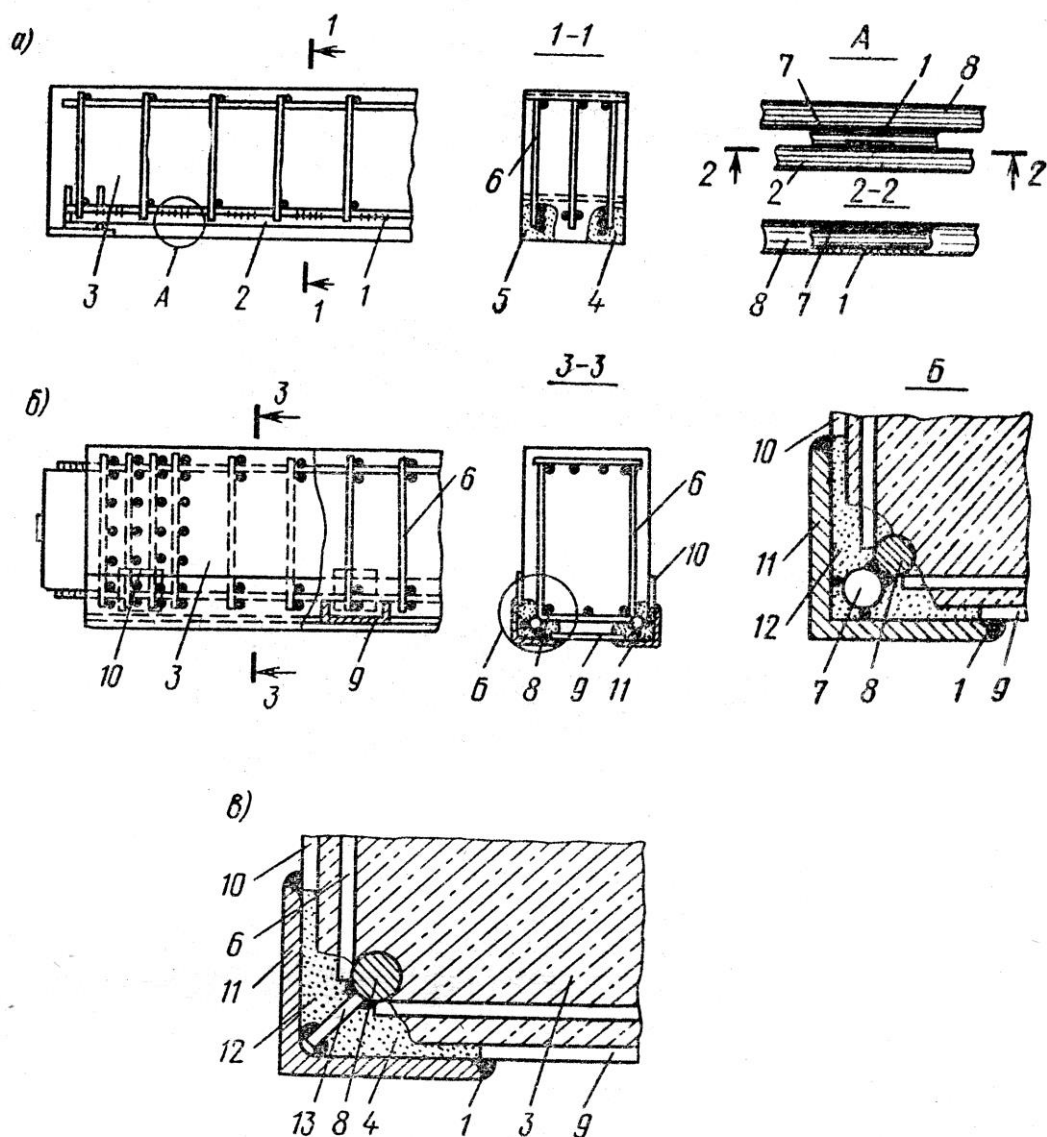


Рис. 19. Усиление балок полуобоймами:

а – добавление стержневой арматуры; **б** – усиление наружной уголковой обоймы, приваренной к существующей арматуре; **в** – деталь приварки уголка с помощью диагональных ребер из листовой стали; **1** – сварные швы;

2 – добавочная арматура усиления; **3** – усиливаемый элемент;
4 – сколотый бетон защитного слоя угловых стержней с последующим его восстановлением; **5** – защитное покрытие из перхлорвинилового лакокрасочного материала; **6** – поперечные стержни крайних сварных каркасов; **7** – стержни – прокладки-коротыши; **8** – угловые стержни крайних сварных каркасов; **9** – соединительные планки обоймы;
10 – боковые листовые прокладки; **11** – уголки обоймы;
12 – пространство, заполненное цементным раствором;
13 – листовая диагональная прокладка

Распространенным способом усиления изгибаемых железобетонных элементов является устройство «рубашек» – незамкнутых с одной стороны

обетоннок. Этот способ рекомендуется при усилении балок ребристых перекрытий и т. п. (рис. 20).

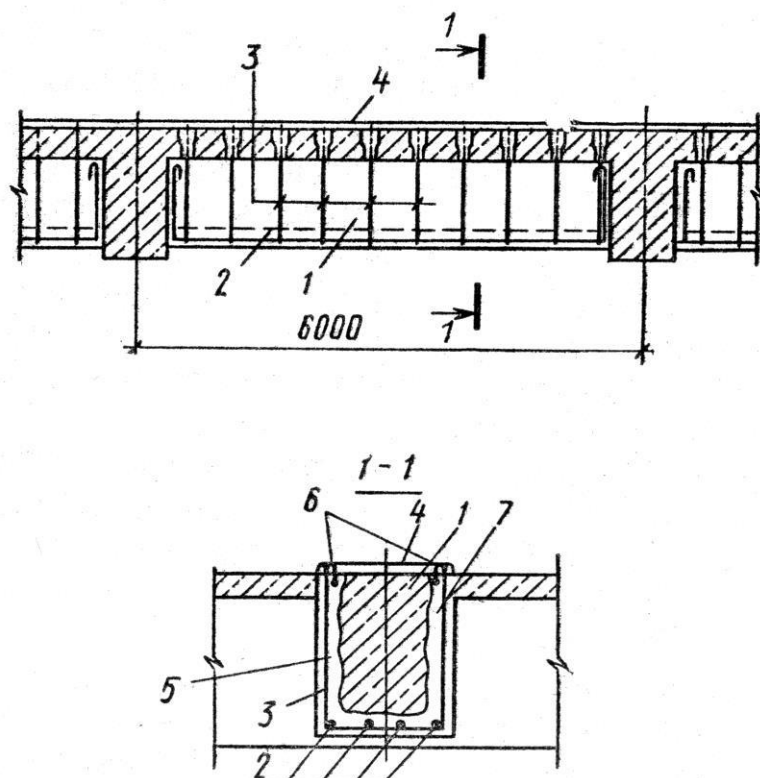


Рис. 20. Усиление балки «рубашкой»:

1 – усиливаемая балка; 2 – рабочая арматура; 3 – хомуты; 4 – стяжка; 5 – насечка; 6 – монтажная арматура «рубашка»; 7 – «рубашка»

При усилении изгибаемых элементов только по наклонному сечению устанавливают дополнительную поперечную или наклонную арматуру. Относительно простым способом усиления является установка накладных хомутов расчетного сечения. Для этой цели в плите перекрытия просверливают отверстия с обеих сторон усиливаемой балки. В эти отверстия снизу заводятся хомуты, которые на концах имеют нарезку для болтов. Закручиванием гаек с двух сторон создается предварительное напряжение в хомутах и их включение в совместную работу с балкой (рис. 20).

Эффективным средством усиления опорных частей изгибаемых элементов многопролетных зданий и перекрытий являются разгружающие предварительно напряженные двухконсольные кронштейны (рис. 21), которые устанавливаются на промежуточных опорах высота кронштейнов равна высоте усиливаемых балок на опоре, а их длина принимается равной $1/4$, $1/6$ их пролета. При небольшом вылете кронштейнов элементы решетки не требуются.

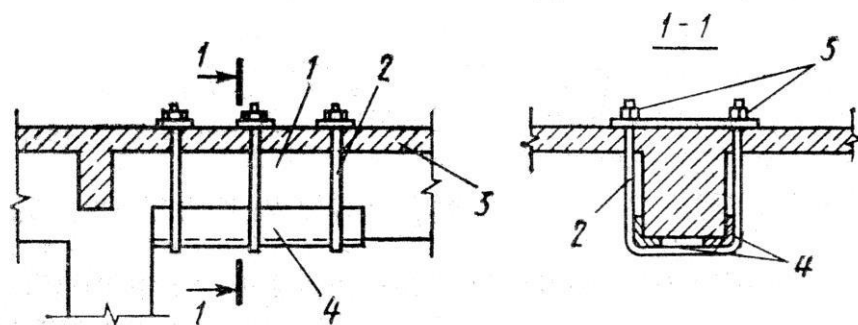


Рис. 21. Усиление балок по наклонному сечению хомутами:
1 – усиливаемая балка; 2 – хомуты; 3 – плита перекрытия;
4 – упорные уголки; 5 – гайки

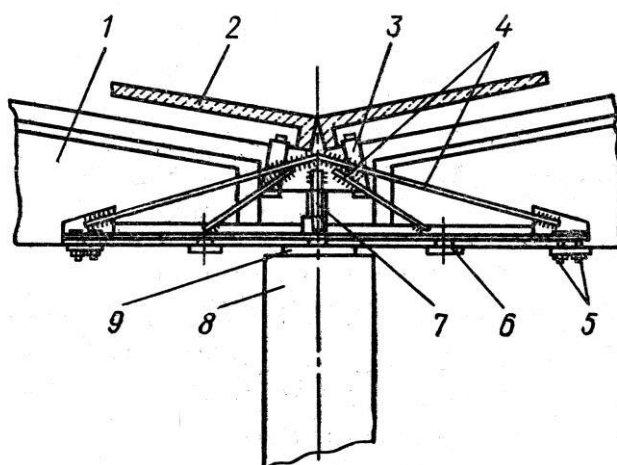


Рис. 22. Усиление балки разгружающими кронштейнами:
1 – усиливаемая балка; 2 – плиты перекрытия; 3 – оголовник; 4 –
тяги кронштейна; 5 – болты; 6 – накладки-связи; 7 – опорный лист;
8 – колонна; 9 – распределительная прокладка

Конструкция разгружающих кронштейнов включает: опорные элементы, ветви кронштейнов, соединительные элементы и упорные устройства. Для работы кронштейна необходимо обеспечить некоторый поворот опорного ребра, поэтому между металлическим ребром и торцами балок должен оставаться зазор 10–15 мм.

Ветви кронштейнов выполняют из одиночных уголков или гибкой арматуры (верхний пояс). Упорные устройства в виде жестких пластин (уголков) подводят под низ балок и подвешивают на болтах к нижним поясам кронштейнов. Включение кронштейна в работу производят натяжением болтов упорных пластин, подвеской к концам кронштейнов оттарированных грузов, гидравлическими или механическими домкратами. Контроль усилия натяжения осуществляют по прогибам кронштейна или по манометру домкрата.

При нарушении анкеровки продольной арматуры вынос опор кронштейна от торцов балки принимают не менее 40 диаметров при стержневой арматуре и не менее 80 – при арматуре из высокопрочной проволоки.

При усилении балок перекрытия многопролетных зданий применяют комбинированные схемы: в крайнем пролете – предварительно напряженный шпренгель, в среднем – предварительно напряженные разгружающие кронштейны.

Одним из наиболее простых способов усиления, изгибаемых монолитных и сборных железобетонных конструкций, осуществляемых без их разгрузки, является установка дополнительной арматуры, которая может иметь горизонтальное или шпренгельное очертание (рис. 23).

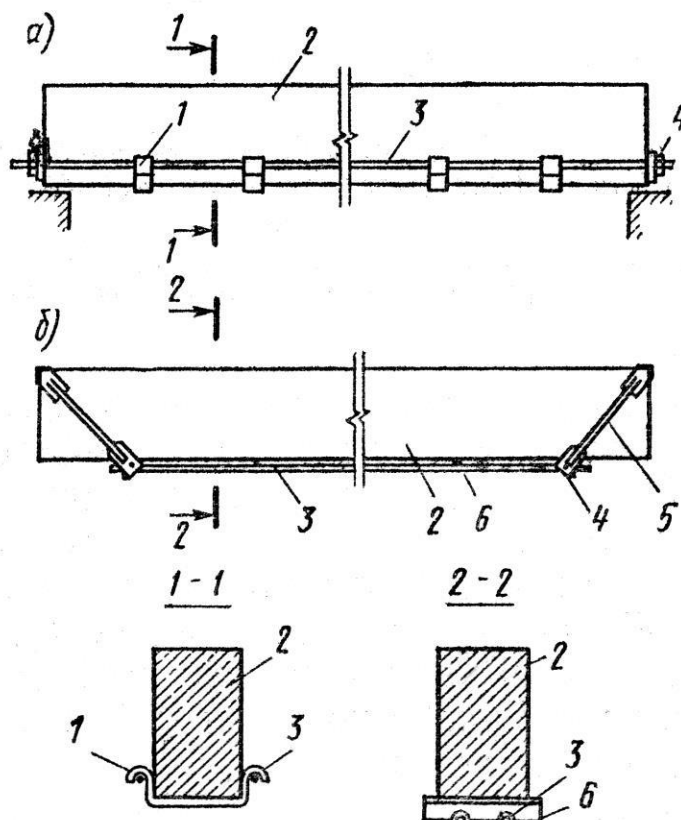


Рис. 23. Усиление балок предварительно напряженной арматурой: а – линейной; б – шпренгельной; 1–3, 6 – соединительные элементы (2 – усиливаемая балка; 3 – напрягаемая арматура); 4 – натяжное приспособление; 5 – наклонные ветви опорного устройства

Применение дополнительной предварительно напряженной арматуры изменяет напряженно-деформированное состояние усиливаемой балки, которая рассматривается как элемент с увеличенной площадью сечения арматуры и изменившейся рабочей высотой сечения. Дополнительная арматура не имеет сцепления с бетоном, ее предварительное напряжение осуществляется механическим, электротермическим или электротермомеханическим способом.

При необходимости усиления изгибаемого элемента на локальном участке (рис. 24) скалывают защитный слой бетона в приопорной зоне, где напряжения в продольной арматуре незначительны, и приваривают к существующей арматуре коротыши, диаметр которых несколько превышает толщину защитного слоя.

Затем к одному из коротышей приваривают арматуру усиления, производят ее электронагрев до расчетной температуры (удлинения) и, поддерживая требуемую температуру на стержне, приваривают свободный конец арматуры ко второму коротышу.

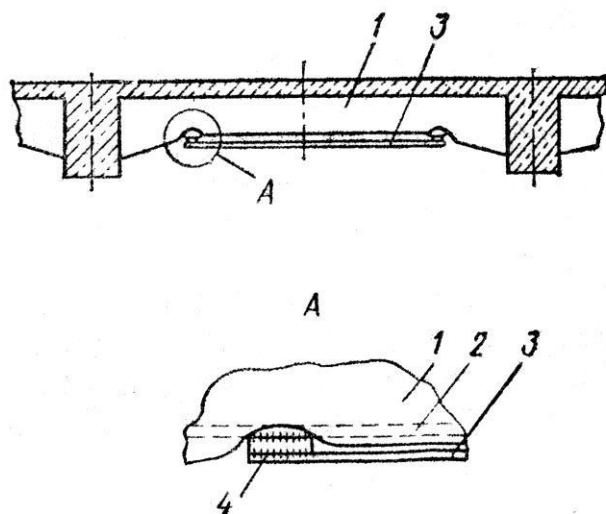


Рис. 24. Усиление балки на локальном участке предварительно напряженной арматурой:

1 – усиливаемая балка; 2 – арматура балки; 3 – арматура усиления; 4 – коротыш-прокладка

При предварительно напряженной арматуре шпренгельного очертания в местах перегиба стержней между нижней гранью усиливаемой балки и шпренгелем устанавливают специальные прокладки, конструкция которых должна обеспечить эффективное натяжение арматуры.

Кроме указанных выше способов для предварительного напряжения дополнительной арматуры могут быть также рекомендованы специальные стяжные болты – хомуты с двумя нарезными концами. Этот способ отличается относительной простотой и позволяет создавать значительное предварительное напряжение в стержнях усиления при незначительных усилиях в самих болтах (в 7–10 раз меньше). Кроме того, при этом способе обеспечивается равномерность натяжения арматуры.

4 ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ И СЕТЕЙ

Техническое обслуживание зданий и сооружений, инженерных систем и технических средств включает работы по контролю технического состояния, поддержания работоспособности и исправности, наладке и регулировке, подготовке к сезонной эксплуатации зданий и сооружений в целом, их элементов и систем, а также работы по обеспечению санитарно-гигиенических требований к помещениям и прилегающей территории.

Здания и сооружения в процессе эксплуатации должны находиться под систематическим наблюдением специалистов ОСЭ и обслуживающего персонала цехов ОГЭ предприятия.

Методическое руководство техническим обслуживанием, контроль технического состояния инженерных систем и энергохозяйства осуществляет ОГЭ.

Планирование технического обслуживания зданий и сооружений осуществляется путем разработки годовых и квартальных планов-графиков работ по их техническому обслуживанию, утверждаемых заместителем Генерального директора - главным инженером предприятия.

Целью осмотров является также разработка предложений по улучшению технической эксплуатации зданий, сооружений и качеству всех видов ремонта.

При общих осмотрах (ПО 1) контролируется техническое состояние зданий или сооружений в целом, его систем и внешнего благоустройства, при частичных осмотрах (ПО 2) - техническое состояние отдельных конструкций помещений, элементов внешнего благоустройства.

Общие осмотры (ПО 1) проводятся два раза в год - весной и осенью. При ПО 1 обследуются все здания и сооружения в целом, включая все инженерные конструкции.

Весенний осмотр зданий и сооружений производится, когда все части зданий и территория освобождаются от снежного покрова и становятся доступными для осмотра. При весеннем осмотре проверяется готовность здания или сооружения к эксплуатации в весенне-летний период, устанавливаются объемы работ по текущему ремонту, подлежащему выполнению в летний период текущего года, по подготовке к эксплуатации в осенне-зимний период (составляется план мероприятий по подготовке к эксплуатации в зимний период) и уточняются объемы ремонтных работ по зданиям и сооружениям, включенным в план ремонта в год проведения осмотра.

Осенний общий осмотр зданий и сооружений проводится в целях проверки готовности их к эксплуатации в осенне-зимний период и для уточнения объемов ремонтных работ по зданиям и сооружениям, включенным в план ремонта следующего года.

Осенний осмотр зданий и сооружений производится перед наступлением отопительного сезона для проверки готовности их к зиме. К этому времени должны быть закончены все работы по текущему ремонту, намеченные к выполнению в летний период для подготовки зданий и сооружений к

эксплуатации в зимних условиях. По результатам осеннего осмотра намечаются работы, подлежащие выполнению на следующий год, и составляется годовой план с включением в него объема финансирования ремонтных работ.

При ПО 1 особое внимание обращают на недостатки, вызванные нарушениями правил пользования и содержания зданий и сооружений, снижающими эксплуатационные качества и долговечность конструкций и инженерного оборудования.

При ПО 1, также должен осуществляться контроль над выполнением арендаторами условий договоров аренды и «Положения о порядке оформления технической документации и производству работ по ремонту и перепланировке помещений в зданиях и сооружениях»

Для проведения общего осмотра зданий и сооружений предприятия приказом Генерального директора назначается постоянно действующая комиссия (ПДК).

В состав ПДК по проведению ПО 1 включаются:

- председатель комиссии - заместитель Генерального директора, главный инженер или один из его заместителей и члены комиссии;
- начальник управления эксплуатации зданий и сооружений или его заместитель;
- начальник управления имущественных отношений;
- начальник хозяйственного управления;
- начальник отдела внутреннего экономического контроля;
- начальник отдела-главный энергетик начальник отдела главного энергетика управления эксплуатации зданий и сооружений;
- начальник отдела строительной эксплуатации;
- начальник службы технического обеспечения средств охранно-пожарной сигнализации и оповещения отдела технического обслуживания средств связи управления эксплуатации зданий и сооружений;
- начальник службы пожарной безопасности;
- начальник (заместитель начальника) электротехнического цеха отдела главного энергетика управления эксплуатации зданий и сооружений;
- начальник санитарно-теплотехнического цеха отдела главного энергетика управления эксплуатации зданий и сооружений.

В необходимых случаях, в состав комиссии, на договорной основе, привлекаются специалисты - эксперты из проектных, научных и ремонтно-строительных организаций.

Персональный состав комиссии и сроки проведения общих осмотров определяются распоряжением Генерального директора или заместителя Генерального директора–главного инженера.

Техническое состояние элементов зданий и сооружений определяется путем внешнего осмотра и по данным, полученным в процессе эксплуатации. По решению комиссии в необходимых случаях производится вскрытие конструкций.

При общем осмотре зданий и сооружений комиссия также обращает внимание на дефекты, образовавшиеся в результате нарушения правил

пользования и содержания зданий и сооружений.

Результаты ПО 1 оформляются актами, в которых отмечаются все неисправности конструкций, сооружений и инженерного оборудования, выявленные при осмотре. Акт составляется в двух экземплярах и утверждается Генеральным директором или заместителем Генерального директора – главным инженером.

4.1 Состояние инженерной инфраструктуры

Инженерная инфраструктура города представляет собой совокупность систем, обеспечивающих жизнедеятельность населения и функционирование городской среды. Она включает водоснабжение, водоотведение, теплоснабжение, электроснабжение, газоснабжение, а также системы связи. Разработка проектов требует стратегического подхода к развитию инженерной инфраструктуры, чтобы обеспечить ее надежность и эффективность на долгосрочный период. Планируемые в проектах мероприятия позволяют повысить уровень обеспеченности и снизить износ инфраструктуры города.

Вопросы строительства новых электростанций, котельных, линий электропередачи или станций водоподготовки, как правило, интересны только специалистам, но результаты строительства таких объектов оказывают влияние на многие сферы жизни. Решениями по модернизации и развитию инженерной инфраструктуры:

- обеспечивается повышение качества жизни жителей и уровня благоустройства, так как появляется доступ к чистой питьевой воде, газоснабжению и другим ресурсам;
- создаются условия для привлечения инвестиций и развития бизнеса в связи с обеспеченностью коммунальной инфраструктурой инвестиционных площадок;
- минимизируется воздействие на окружающую среду вследствие применения новых технологий и повышения качества очистки сточных вод.

Ключевой результат всех преобразований – надежная работа всех систем и предоставление качественных услуг.

Коммунальная инфраструктура России была создана в советское время, и с тех пор ее модернизация практически не проводилась. Устаревшие технологии и недостаток инвестиций привели к тому, что в некоторых регионах уровень износа коммунальной инфраструктуры достигает 80 %, а потери ресурсов в процессе транспортировки составляют до 30 %. Критическое состояние объектов не только снижает эффективность работы систем, но и существенно повышает риск аварийных ситуаций. В то же время значительная часть территорий населенных пунктов вовсе не обеспечена централизованными системами инженерной инфраструктуры, что негативно сказывается на качестве городской среды.

Отсутствие актуальных исходных данных серьезно ограничивает возможности для гибкого и эффективного планирования проектов по развитию инженерной инфраструктуры городов. Без свежей и точной информации сложно

оценивать текущие потребности в инфраструктурных изменениях и обновлениях, что может привести к неверному выбору приоритетов в распределении ресурсов. Отсутствие актуальных данных затрудняет мониторинг уже реализованных проектов и программ. В результате ресурсоснабжающие организации и органы власти не могут своевременно реагировать на возникающие проблемы или корректировать стратегические планы в соответствии с реальными условиями, что может привести к еще большему ухудшению ситуации во всех сферах инженерной инфраструктуры. Крайне важно, чтобы решения об инфраструктурном развитии основывались на комплексном анализе и актуальных данных, что позволит минимизировать риски и повысить эффективность использования бюджетных средств. Такие эффективные инструменты сбора и обработки информации, как современные информационные технологии, могут значительно повысить качество принимаемых решений и способствовать более устойчивому развитию городской инженерной инфраструктуры.

Анализ функционирования сетей и объектов инженерной инфраструктуры в начале разработки проекта представляет собой важнейший этап, играющий ключевую роль в успешной реализации любых инфраструктурных инициатив. Анализ технического состояния объектов помогает выявить основные проблемы, оценить обеспеченность, уровень износа, определить резерв и дефицит мощности существующих объектов. Такой подход позволяет выявить ключевые проблемы, которые могут препятствовать дальнейшему развитию и эффективному функционированию инфраструктуры. Поэтому необходим детальный и систематический анализ, который позволит не только учитывать текущие реалии, но и закладывать основы для комплексного планирования, повышения эффективности и устойчивости инженерных систем в долгосрочной перспективе.

Одним из главных подходов к развитию инженерной инфраструктуры является комплексное планирование, которое предполагает учет всех взаимосвязанных элементов городской инфраструктуры в различных документах. Это требует интеграции современных технологий в процессы принятия решений, устойчивого планирования и вовлечения всех заинтересованных сторон. Данный подход способствует не только повышению безопасности, но и улучшению качества жизни горожан, обеспечивая устойчивое развитие городов. Безопасное функционирование инженерной инфраструктуры возможно только при комплексном подходе, объединяющем социальные, экономические и экологические аспекты. Комплексное планирование обеспечивается, например, разработкой схемы теплоснабжения и синхронизации во времени мероприятий схемы с документами территориального планирования и программ развития всех инфраструктур города. Подход помогает выявить перекрестные зависимости в этапах реализации мероприятий, например, между реконструкцией тепловых сетей и реконструкцией дорог, что позволяет оптимизировать расходы, когда сначала кладут свежий асфальт, а потом снимают его для ремонта труб теплоснабжения.

Прогнозирование потребностей дает возможность учесть

демографические изменения и увеличение площадей застройки, что напрямую влияет на увеличение нагрузки на инженерную инфраструктуру и изменение в структуре потребления ресурсов города. Одним из важных аспектов является то, что неправильное планирование объектов инфраструктуры, часто основанное на устаревших или неполных данных, может привести к серьезным последствиям. Например, строительство новых жилых комплексов без соответствующего увеличения мощностей может вызвать нехватку ресурсов в уже существующих районах. Перегрузка существующих объектов инфраструктуры – это не просто теоретическая проблема, а реальность, с которой сталкиваются многие города. С увеличением плотности застройки и населения инфраструктура не успевает адаптироваться к новым условиям. Это приводит к повышению эксплуатационных расходов. Например, частые поломки и ремонт изношенных сетей требуют дополнительных затрат и ресурсов, что в конечном счете сказывается на городском бюджете и бюджете ресурсоснабжающих организаций. Использование больших данных и моделирование сценариев позволяет более точно оценивать потребности и проводить эффективное распределение ресурсов. В результате такой подход может помочь не только предотвратить перегрузку инфраструктуры, но и создать более комфортные условия для жизни горожан.

Усиление роли агломерационного планирования – необходимость разработки мероприятий с учетом смежных муниципальных образований, что требует применения новых методологических подходов и межмуниципальной координации. Новые методы должны включать оценку ресурсного потенциала смежных территорий и потребности смежных муниципальных образований. Источники ресурсов могут находиться на смежных территориях, и планировать развитие инженерной инфраструктуры без их учета совершенно неправильно. Это означает, что следует разрабатывать совместные программные мероприятия, которые будут учитывать все аспекты развития. Так, разработка единой схемы водоснабжения и водоотведения, которая охватывает несколько муниципальных образований, позволит более эффективно решать вопросы обеспечения всех территорий необходимыми услугами. Если разработка единой схемы невозможна, то нужно учитывать прирост нагрузок смежных территорий при разработке отдельных схем на каждое муниципальное образование. Общие вызовы, такие как повышение обеспеченности инженерной инфраструктурой, требуют слаженной работы всех задействованных сторон. Межмуниципальная координация должна основываться на создании совместных рабочих групп, которые будут заниматься анализом текущей ситуации и выработкой стратегий, способствующих совместному развитию. Также необходимо регулярное взаимодействие между органами местного самоуправления и ресурсоснабжающими организациями в процессе принятия решений.

Нормативы потребления коммунальных ресурсов несовершенны. Тема часто вызывает много вопросов и дискуссий. Стандартные нормы, установленные для потребления таких ресурсов, как вода, электроэнергия, газ и тепло, действуют на основе усредненных данных и могут не отражать реальных условий, в которых находятся потребители. Нормативы часто основываются на

данных, собранных много лет назад, в условиях, которые могли значительно измениться. С увеличением интереса к энергосбережению и внедрению новых технологий потребление коммунальных ресурсов со временем меняется. Устаревшие нормативы не учитывают возможности использования более эффективных технологий, минимизирующих потребление. Несовершенство нормативов потребления коммунальных ресурсов требует пересмотра подходов к их установлению и учету при разработке проектов. Важно учитывать актуальные данные, индивидуальные потребности и характеристики потребителей. Это может включать использование современных технологий для мониторинга потребления, улучшение прозрачности процессов и адаптацию нормативов под реальные условия.

Национальный проект «Инфраструктура для жизни» и новый федеральный проект «Модернизация коммунальной инфраструктуры», в которых особое внимание уделено не только реконструкции и капитальному ремонту существующих объектов, но и строительству новых сетей и объектов, обязывают менять подходы к анализу состояния инфраструктуры. Для комплексного решения задач, поставленных в рамках национального проекта, необходима систематизация всей информации о системах инженерной инфраструктуры. Без упорядочивания информации о состоянии инфраструктуры и рассмотрения перспектив ее использования будет сложно поддерживать объекты в исправном состоянии. Без радикальных изменений в управлении инфраструктурой вряд ли удастся преодолеть тенденцию к ее устареванию.

4.2 Износ инженерных систем зданий

Физический износ внутренних систем инженерного оборудования зданий в целом должен определяться по таблицам на основании оценки технического состояния элементов, составляющих эти системы. Внутридомовые водопроводные и водоотводящие системы, отопительное оборудование, арматура и сети отопления, сети горячего водоснабжения, системы вентиляции и кондиционирования подлежат полной замене при физическом износе 61% и более.

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. За окончательную оценку следует принимать большее из значений.

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

При оценке физического износа конструкций, элементов и систем, не указанных в [33], следует пользоваться данными наиболее близких аналогов или соответствующих нормативных документов.

Ниже приведены данные по признакам износа инженерных систем зданий.

Признаки износа	Физический износ, %	Примерный состав работ
Ослабление сальниковых набивок, прокладок смесителей и запорной арматуры, отдельные нарушения теплоизоляции магистралей и стояков	0 – 20	Набивка сальников, замена прокладок, устройство теплоизоляции трубопроводов (местами)
Капельные течи в местах резьбовых соединений трубопроводов и врезки запорной арматуры; нарушение работы отдельных полотенцесушителей (течи, нарушение окраски, следы ремонта); нарушения теплоизоляции магистралей и стояков; поражение коррозией магистралей отдельными местами	21 – 41	Частичная замена запорной арматуры и отдельных полотенцесушителей, замена отдельными местами трубопроводов магистралей, восстановление теплоизоляции
Неисправность смесителей и запорной арматуры; следы ремонта трубопроводов и магистралей (хомуты, заплаты, замена отдельных участков); неудовлетворительная работа полотенцесушителей; значительная коррозия трубопроводов	41 – 60	Замена запорной арматуры, смесителей, полотенцесушителей; частичная замена трубопроводов магистралей и стояков
Неисправность системы: выход из строя запорной арматуры, смесителей, полотенцесушителей, следы больших ремонтов системы в виде хомутов, частичных замен, заварок; коррозия элементов системы	61 – 80	Полная замена системы

Рис. 25 Физический износ системы горячего водоснабжения

Признаки износа	Физический износ, %	Примерный состав работ
Мелкие повреждения в стволе, застревание загрузочных клапанов	0 – 20	Устранение мелких повреждений
Неисправность загрузочных клапанов, неплотность в раструбных соединениях, отдельные пробойны в стволе мусоропровода, коррозия металлических частей	21 – 40	Ремонт загрузочных клапанов, зачеканка раструбов, постановка бандажей в местах пробойн в стволе
Отсутствие или поломка металлических деталей загрузочных люков, большие пробойны и расшатывание соединений участков ствола, поломка бункера с шиберами, неисправности в стенках вентиляционной камеры мусоропровода	41 – 60	Ремонт ствола с вставкой отдельных участков и сменой загрузочных устройств, перекладка вентиляционной камеры мусоропровода
Полное расшатывание ствола мусоропровода, отсутствие или поломка загрузочных устройств, разрушение вентиляционной камеры и неисправности в камере мусоросборника	61 – 80	Полная замена ствола и вентиляционной камеры, ремонт камеры мусоросборника

Рис. 25 Физический износ мусоропроводов

Признаки износа	Физический износ, %	Примерный состав работ
Ослабление мест присоединения приборов; повреждение эмалированного покрытия моек, раковин, умывальников, ванн на площади до 10% их поверхности; трещины в трубопроводах из полимерных материалов	0 – 20	Уплотнение соединений, ремонт труб местами
Наличие течи в местах присоединения приборов до 10% всего количества; повреждение эмалированного покрытия моек, раковин, умывальников, ванн до 20% их поверхности; повреждение керамических умывальников и унитазов (сколы, трещины, выбоины) до 10% их количества; повреждения отдельных мест чугунных трубопроводов; значительное повреждение трубопроводов из полимерных материалов	21 – 40	Заделка мест присоединения приборов и ремонт чугунных трубопроводов в отдельных местах, частичная замена перхлорвиниловых (ПХВ) трубопроводов; замена отдельных приборов
Массовые течи в местах присоединения приборов; повреждение эмалированного покрытия моек, раковин, ванн, умывальников до 30% их поверхности; повреждение керамических умывальников и унитазов до 20% их количества; повреждение чугунных трубопроводов, массовые повреждения трубопроводов из полимерных материалов	41 – 60	Частичная замена трубопроводов и приборов, замена ПХВ-трубопроводов
Неисправность системы; повсеместные повреждения приборов; следы ремонтов (хомуты, заделка и замена отдельных участков)	61 – 80	Полная замена системы

Рис. 26 Физический износ системы канализации и водостоков

4.3 Работы подрядных организаций и рабочего персонала по санитарному содержанию и уборке помещений и территорий при строительстве гражданских зданий.

Лицо, осуществляющее строительство, должно обеспечивать уборку территории строительной площадки и прилегающей зоны. Бытовой и строительный мусор, а также снег должны вывозиться своевременно в сроки и в порядке, установленными органом местного самоуправления.

При необходимости временного использования определенных территорий, не включенных окружающей среды, режим использования, охраны (при необходимости) и уборки этих территорий определяется соглашением застройщика (технического заказчика) с владельцами этих территорий (для

общественных территорий - с органом местного самоуправления).

Лицо, осуществляющее строительство, должно оборудовать строительную площадку, выходящую на городскую территорию, пунктами очистки или мойки колес транспортных средств на выездах, а также устройствами или бункерами для сбора мусора.

Лицо, осуществляющее строительство, должно оборудовать строительную площадку по трассе строительства линейных объектов технологическими выездами на дороги с твердым покрытием.

Лицо, осуществляющее строительство, до начала любых работ должно оградить выделенную территорию строительной площадки, выделенные отдельные территории для размещения бытовых городков строителей, участки с опасными и вредными производственными факторами, участки с материальными ценностями строительной организации (при необходимости).

На территории строительной площадки выделяются опасные зоны (опасные зоны дорог, монтажные зоны объектов, зона возможного падения груза с кранового механизма с учетом радиуса разлета) для работающих с установкой предохранительных защитных ограждений и знаков безопасности.

Лицо, осуществляющее строительство, до начала любых работ должно оградить строительную площадку и опасные зоны работ за ее пределами в соответствии с требованиями СП 48.13330.2019 «организация строительства».

При въезде на площадку устанавливают информационные щиты с указанием:

- наименования объекта, сроков начала и окончания работ, схемы объекта;
- наименования застройщика (технического заказчика);
- представителя застройщика (технического заказчика) - должностного лица, отвечающего за ведение строительного контроля;
- исполнителя работ (подрядной организации, генеральной подрядной организации) - инициалы, фамилия, должность, номер в национальном реестре специалистов и номера телефонов лица, ответственного за организацию работ по строительству, реконструкции, капитальному ремонту, сносу объекта;
- представителя органа государственного строительного надзора или местного самоуправления, курирующего строительство;
- ответственного представителя проектной организации — должностное лицо, отвечающее за ведение авторского надзора, в случаях, когда он выполняется.

Наименование и номер телефона исполнителя работ наносят также на щитах инвентарных ограждений мест работ вне строительной площадки, мобильных зданиях и сооружениях, крупногабаритных элементах оснастки, кабельных барабанах и т. п.

При въезде на строительную площадку устанавливается стенд пожарной защиты с указанием строящихся, сносимых и вспомогательных зданий и сооружений, въездов, подъездов, схем движения транспорта, местонахождения источников воды, средств пожаротушения.

Если эксплуатация имеющихся и оставляемых на строительной площадке зданий и сооружений прекращается, застройщиком должны быть приняты меры,

исключающие причинение вреда населению и окружающей среде (отключены коммуникации, опорожнены емкости, удалены опасные или ядовитые вещества и т. п.). Лицо, осуществляющее строительство, должно принять меры, препятствующие несанкционированному доступу в здание людей и животных.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Ремнев, В.В. Обследование технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений: учеб. пособие для вузов ж.-д. трансп. / В.В. Ремнев, А.С. Морозов, Г.П. Тонких ; ред. В.В. Ремнев. – М. : Маршрут, 2005. – 195 с. : ил., табл., прил.
- 2 Алексеев, С.И. Конструктивное усиление оснований при реконструкции зданий: монография / С.И. Алексеев. – М. : Маршрут, 2013.
- 3 Реконструкция зданий и сооружений: Учебное пособие для студентов строительных специальностей вузов / под ред. д.т.н., проф. А.Л. Шагина. – М., 2010.
- 4 СП 4.13330.2011. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочными конструктивным решениям.
- 5 СП 7.13130.2009 Отопление, вентиляция и кондиционирование. Противопожарные требования.
- 6 СП 8.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности.
- 7 СП 10.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Требования пожарной безопасности.
- 8 СП 42.13330.2011 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений».
- 9 СП 44.13330.2011 «Административные и бытовые здания».
- 10 СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий».
- 11 СП 51.13330.2011 «Защита от шума».
- 12 СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение».
- 13 СП 54.13330.2011 «Здания жилые многоквартирные».
- 14 СП 55.13330.2011 «Дома жилые одноквартирные».
- 15 СП 59.13330.2012 «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения».
- 16 СП 60.13330.2010 «Отопление, вентиляция и кондиционирование».
- 17 СП 62.13330.2011 «Газораспределительные системы».
- 18 СП 131.13330.2011 «Строительная климатология».
- 19 СП 118.13330.2012 «Общественные здания и сооружения».
- 20 СП 255 «Здания и сооружения. Правила эксплуатации. Основные положения»
- 21 ГОСТ Р 53778- 2010 Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния.
- 21 ГОСТ Р 52382-2010 «Лифты пассажирские. Лифты для пожарных».
- 22 ГОСТ 25772-83 «Ограждения лестниц, балконов и крыш стальные. Общие технические условия».
- 23 ГОСТ 30494-96 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.
- 24 СанПиН 2.1.2.2645-10 Санитарно-эпидемиологические

требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях.

25 СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

26 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий».

27 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1076-01 «Гигиенические требования к инсоляции и солнцезащите помещений жилых и общественных зданий и территорий».

28 СанПиН 2.2.2.1332-03 «Гигиенические требования к организации работы на офисной технике».

29 Федеральный закон от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ «Градостроительный кодекс Российской Федерации».

30 Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

31 Федеральный закон от 23 ноября 2009 г. № 264-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

32 Федеральный закон РФ от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

33 ВСН 53-86(р). Правила оценки физического износа жилых зданий. - Госгражданстрой. – М., Госстрой СССР, 1988.М- 72 с.

34 Методика определения физического износа гражданских зданий, Приказ по Министерству коммунального хозяйства РСФСР от 27 октября 1970 года № 404

35 Укрупненные показатели восстановительной стоимости жилых, общественных зданий и зданий коммунально-бытового назначения для переоценки основных фондов. Сборник № 28 / Госстрой СССР. – М., СИ, 1970.

Учебное издание

Опацких Анастасия Николаевна

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Технический редактор Т.И. Исаева

Подписано в печать 22.01.26. Формат
60×84/16 Бумага офсетная. Ризография. Усл.
печ. л. 12,0.
Тираж 500 экз. Изд. № 177. Заказ .

Редакционно-издательский центр ФГБОУ ВО РГУПС.

Адрес университета: 344038, г. Ростов н/Д, пл. Ростовского
Стрелкового Полка Народного Ополчения, д. 2.