

РАЗДЕЛ 1. ДИАГНОСТИКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

ТЕМА 1.1. Дефекты и повреждения несущих конструкций

1.1.1. Виды и классификация несущих конструкций зданий.

Несущие конструкции – строительные конструкции, воспринимающие постоянные и временные эксплуатационные нагрузки и воздействия, в том числе нагрузки от других частей зданий и сооружений, и обеспечивающие пространственную устойчивость зданий и сооружений. По характеру статической работы несущие конструкции подразделяются на плоскостные и пространственные. В плоскостных все элементы работают либо отдельно, либо в виде жестко связанных между собой плоских систем. В пространственных все элементы работают в двух направлениях. Благодаря этому повышаются жесткость и несущая способность конструкций, и снижается расход материалов на их возведение.

Основные конструктивные элементы зданий – несущие стены, колонны, фундаменты, перекрытия и покрытия и др.

Фундамент – строительная несущая конструкция, часть здания, сооружения, которая воспринимает все нагрузки от вышележащих конструкций и распределяет их по основанию. Как правило, изготавливаются из бетона, камня или дерева. По назначению фундаменты бывают нескольких видов: несущий; комбинированный, то есть способный, в дополнение к несущим функциям, выполнять ещё и функции сейсмической защиты.

Основные конструктивные схемы фундаментов: ленточные, столбчатые, сплошные, свайные.

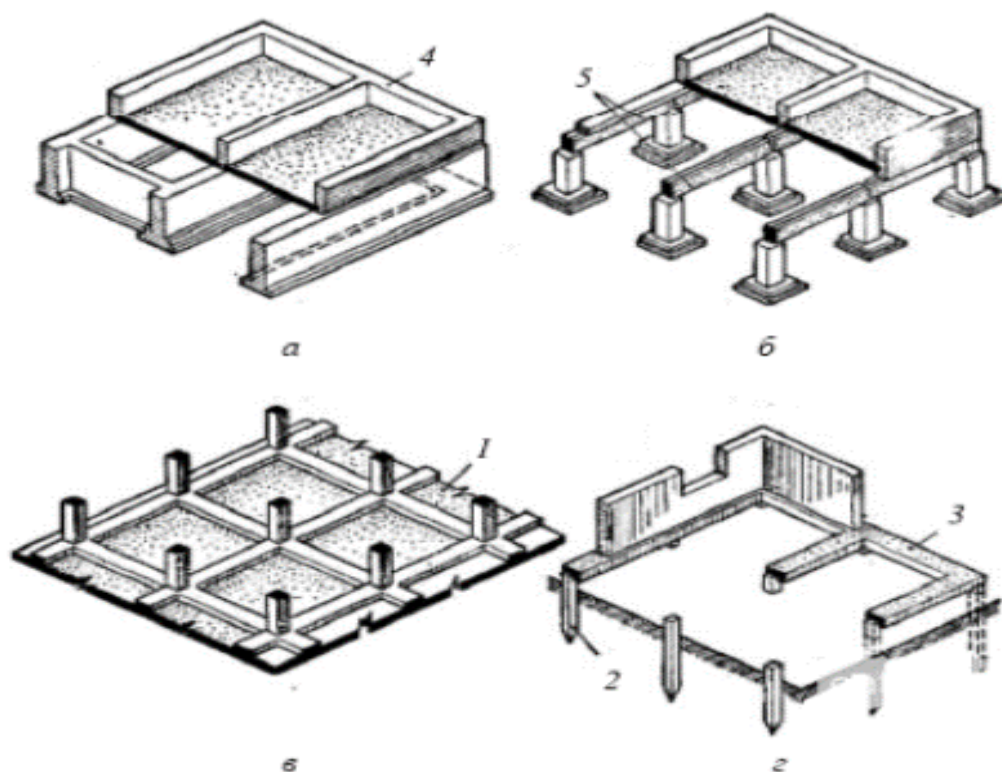


Рис. 1.1. Конструктивные схемы фундаментов: а — ленточный; б — столбчатый; в — сплошной; г — свайный: 1 — монолитная железобетонная плита; 2 — сваи; 3 — ростверк; 4 — стена; 5 — фундаментные балки

Ленточный фундамент представляет собой замкнутый контур из железобетонных балок, возводимый под всеми несущими стенами здания и передающий подлежащему грунту нагрузку от здания. Ленточные фундаменты подразделяются на сборные и монолитные.

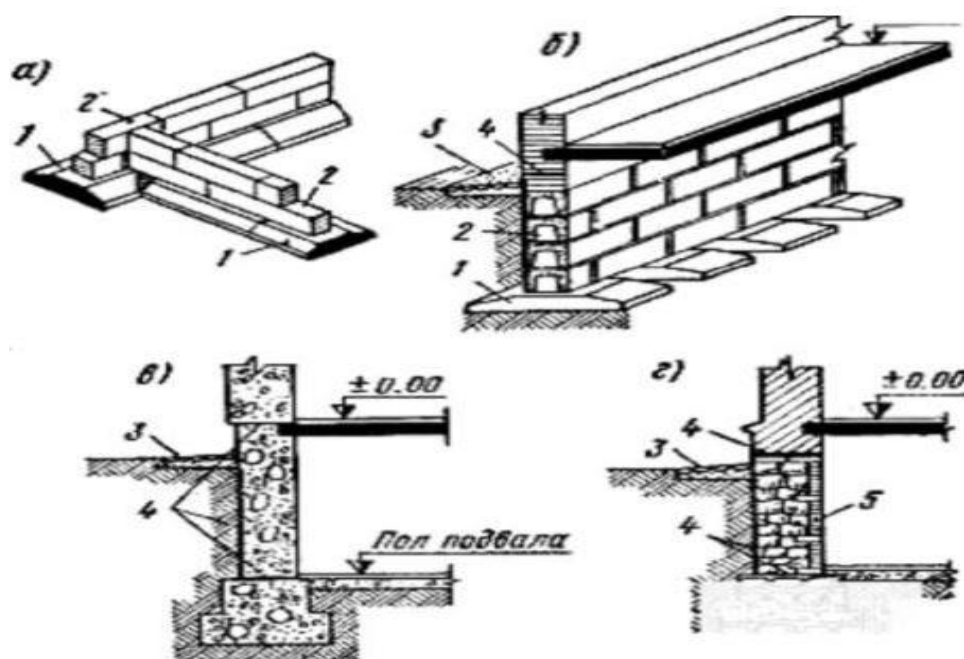


Рис. 1.2. Конструкции ленточных фундаментов: а — сборный; б — то же, прерывистый; в — монолитный фундамент; г — бутовый фундамент: 1 — фундаментные подушки; 2 — бетонные блоки; 3 — отмостка; 4 — гидроизоляция; 5 — кирпичная облицовка

Столбчатые фундаменты могут быть монолитными и сборными. Под зданиями с несущими стенами столбчатые фундаменты располагают под углами стен, в местах пересечения наружных и внутренних стен, под простенками и на глухих участках стен. По столбчатым фундаментам под несущие стены устраивают фундаментные балки из сборного или монолитного железобетона. Столбчатые фундаменты устраивают и под отдельно стоящими опорами зданий: под каменные колонны — сборный фундамент из железобетонных блоков-подушек.

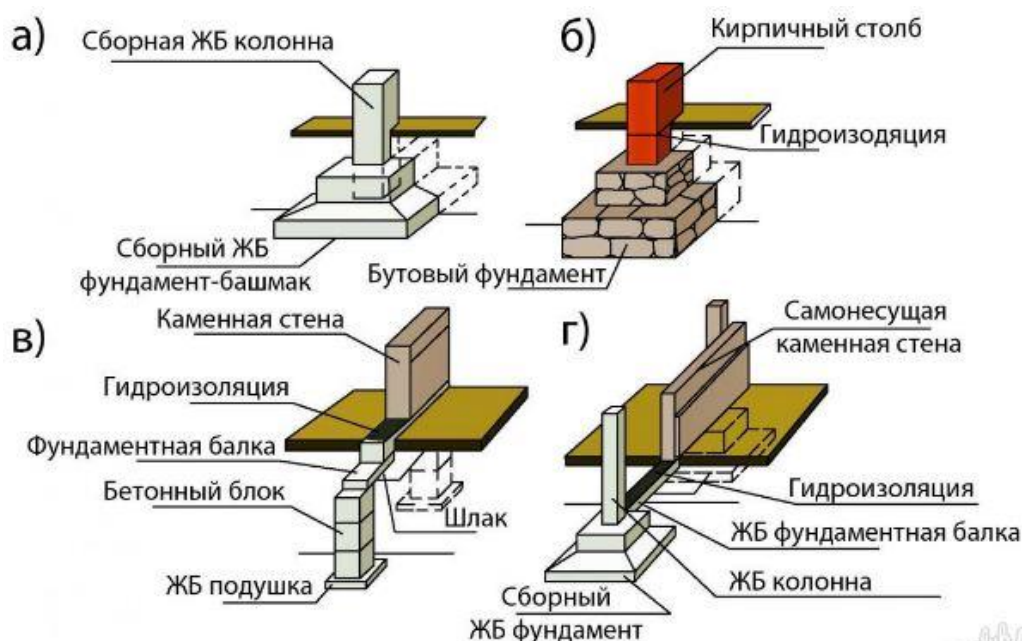


Рис. 1.3. а — столбчатый фундамент под ж/б колонну; б — столбчатый фундамент под кирпичный столб; в — столбчатый фундамент под несущую стену; г — столбчатый фундамент под самонесущую стену

Свайный фундамент — тип фундамента, спроектированный и построенный с совместной работой свай, в котором сваи воспринимают полностью или частично нагрузки от подземной и/или надземной части здания или сооружения и передают их на грунт.

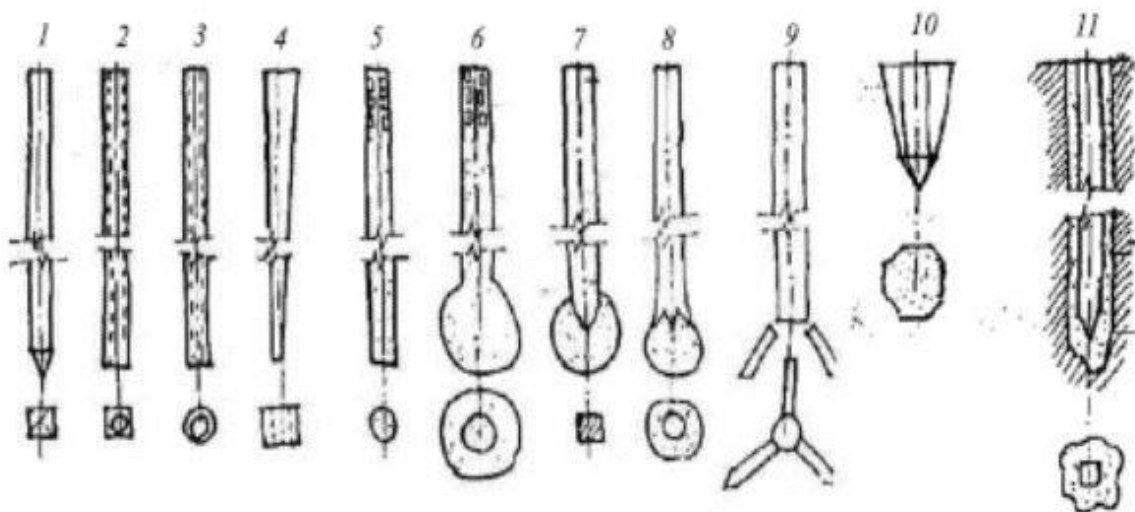


Рис. 1.4. 1,2,3,4 – бетонные и железобетонные сваи квадратные, круглые, сплошные, пустотелые; 5,6 – набивные обычные и с уширенной пятой; 7,8 – камуфлетные; 9 – с шарнирно раскрывающимися упорами; 10 – призматические; 11 – свая в лидерной скважине

Плитный фундамент представляет собой монолитную железобетонную конструкцию (рисунок 1.4а).

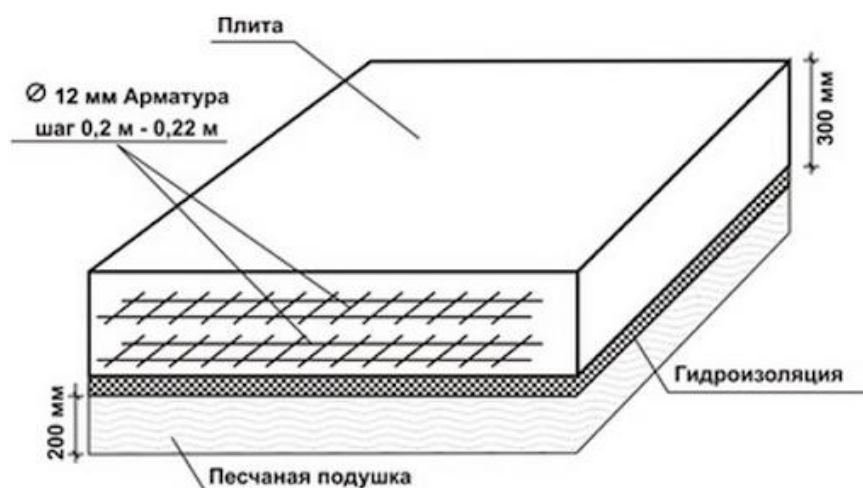


Рис. 1.4а. Устройство плитного фундамента

Несущие стены – стены, воспринимающие кроме нагрузок от собственного веса и ветра также нагрузки от покрытий, перекрытий, кранов и т.д. По материалу различают четыре основных типа конструкций стен: бетонные, каменные, из небетонных материалов и деревянные. В соответствии со строительной системой каждый тип стены содержит несколько видов конструкций: бетонные стены - из монолитного бетона, крупных блоков или панелей; каменные стены - ручной кладки, стены из каменных блоков и панелей; стены из небетонных материалов - фахверковые и панельные

каркасные и бескаркасные; деревянные стены - рубленые из бревен или брусьев каркасно-обшивные, каркасно-щитовые, щитовые и панельные.

Колонна, столб – вертикальный конструктивный элемент, стойка, воспринимающая главным образом вертикальные нагрузки. Поэтому в подавляющем большинстве случаев колонны работают на сжатие. Однако при проектировании колонны следует учитывать вид её загруженности (центрально-сжатая, внецентренно-сжатая или сжато-изогнутая). Колонна состоит из оголовка, стержня и базы (башмака).

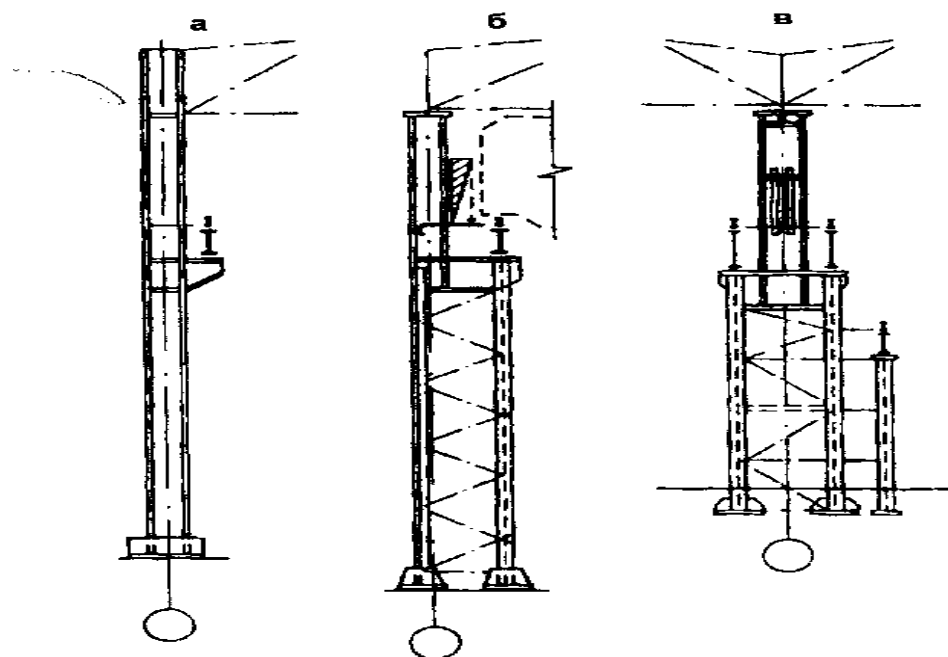


Рис. 1.5. а – колонна постоянного сечения; б – ступенчатая колонна; в – колонна раздельного типа

Колонны постоянного сечения чаще используют в зданиях бескрановых, с подвесным транспортом и с мостовыми электрическими кранами общего назначения грузоподъемностью < 20 т. Колонна состоит из стержня, оголовка, подкрановой консоли и базы. Общая длина колонны складывается из высоты здания, величины заглубления базы и высоты опорной части фермы (при жестком сопряжении ригеля с колонной). Высота сечения колонны по условию жесткости должна быть не менее $1/20$ высоты здания. И увязана с размерами стального проката с учетом унифицированных привязок наружных граней колонн к продольным разбивочным осям здания.

Ступенчатые колонны являются массовыми для колонн одноэтажных зданий. Подкрановая балка опирается на уступ нижней части колонны и располагается по оси подкрановой ветви. При двухъярусном расположении кранов колонны могут иметь дополнительную консоль в верхней части колонны, либо два уступа (двухступенчатые колонны).

Колонны раздельного типа имеют шатровую ветвь и гибко связанную с ней подкрановую ветвь. Шатровая ветвь работает в системе поперечной рамы и воспринимает все нагрузки, кроме вертикального давления мостового крана, поддерживаемого подкрановой ветвью.

Перекрытие – горизонтальная внутренняя несущая и ограждающая конструкция в здании, разделяющая его по высоте на этажи. Перекрытия этажей – это один из важных элементов здания. Перекрытия несут нагрузку от людей, мебели, перегородок и всех элементов, установленных на этаже, кроме несущих стен, которые опираются на нижние ярусы несущих стен и фундамент. Важность правильного выбора, монтажа и режима эксплуатации – это главный вопрос в сохранении целостности и долговечности конструкций. Более того, имеются в виду не только конструкции диска, но и вообще каркаса здания. Перекрытия в основном бывают следующих типов: железобетонные пустотные плиты перекрытия заводского типа, железобетонные плоские и ребристые заводского литья, монолитные железобетонные по металлическим балкам, деревянные балки, обшитые настилами, металлические балки, обшитые настилами.

Покрытие здания – верхняя ограждающая конструкция, отделяющая помещения здания от наружной среды и защищающая их от атмосферных осадков и других внешних воздействий. Различают следующие виды покрытий:

- по величине уклона: скатные, имеющие уклон более 10° ; плоские с уклоном менее 10° ;

- по конструктивному решению: чердачные, полупроходные (с высотой чердака 1—1,2 м), с микрочердаком, бесчердачные (совмещенные).

По условиям эксплуатации: эксплуатируемые и неэксплуатируемые.

1.1.2. Основные эксплуатационные требования к несущим конструкциям.

При проектировании, строительстве и эксплуатации несущим конструкциям предъявляется ряд требований.

Функциональные – должны обеспечивать нормальные условия эксплуатации, удобство жилья, отдыха, производственной деятельности). Эти требования определяют основные параметры конструкций (пролет, высота, конструктивные формы несущих конструкций), выбор материала для них.

Технические – должны обеспечивать прочность, устойчивость и жёсткость как отдельных конструктивных элементов, так и здания в целом в течение определенного срока службы.

Несущие конструкции должны быть долговечными, т.е. стабильно выполнять свои функции в течение всего периода эксплуатации.

Технологичность строительных конструкций основывается на выборе современных ресурсосберегающих технологий их изготовления и монтажа, обеспечивающих снижение себестоимости строительства и трудозатрат энергоресурсов и материалов. Скоростной монтаж позволяет вести сборку и монтаж в кратчайшие сроки при эффективном использовании принятого оборудования.

Экономичность конструкций основывается на целесообразном использовании физико-механических свойств строительных материалов, прогрессивной технологии изготовления и монтажа конструкций зданий и сооружений. Затраты труда, материалов, времени и энергоресурсов на

возведение и эксплуатацию зданий при выполнении остальных требований должны быть минимальными.

Эстетические - архитектурная выразительность конструктивных форм благоприятно воздействует на сознание и психологическое состояние людей. Такими качествами обладают конструкции в виде оболочек двоякой кривизны, своды, складки и др.

Экологические - строительство, эксплуатация зданий и технологические процессы, связанные с ним, должны быть экологически чистыми и не допускать вредных воздействий на человека и окружающую среду.

Долговечность - это время, в течение которого в зданиях и сооружениях эксплуатационные качества сохраняются на заданном проектном уровне в соответствии с нормативными сроками службы. При этом она не зависит от периодически проводимых текущих и капитальных ремонтов. Долговечность определяется сроком службы основных несменяемых конструкций.

1.1.3. Факторы, вызывающие преждевременный износ: механические, физико-химические, температурно-влажностные, биологические.

Различают физическую и моральную (технологическую) долговечность, а также обратные им понятия - физический износ и моральный износ (старение).

Физическая долговечность зависит от физико-технических характеристик конструкции: прочности, жесткости, геометрической неизменяемости, тепло- и звукоизоляции, герметичности и других параметров.

Моральная долговечность определяется соответствием зданий и сооружений по геометрическим размерам, благоустройству, архитектуре, технологической оснащенности и т.д. своему функциональному назначению.

Существует также понятие оптимальной долговечности, а именно, срока службы зданий и сооружений, в течение которого экономически целесообразно поддерживать их в рабочем состоянии. После этого затраты на содержание

становятся нецелесообразными, так как значительно превышают сметную стоимость нового строительства.

В ходе эксплуатации здания и сооружения подвергаются воздействию многочисленных природных и технологических факторов (рис.1.6), которые должны учитываться в рабочем проекте при выборе материалов, конструкций и т.п. Однако на практике соответствие фактических характеристик строительных материалов и конструкций может существенно отличаться от нормативных, в результате чего суммарное воздействие многих факторов может привести к ускоренному износу сооружений. Факторы, вызывающие изменения работоспособности здания в целом и отдельных его элементов, подразделяются на 2 группы: внутренние и внешние.

К внутренним факторам относятся:

- физико-химические процессы, протекающие в материалах конструкций;
- нагрузки и процессы, возникающие при эксплуатации;
- конструктивные;
- качество изготовления.

К внешним факторам относятся:

- климатические (температура, влажность, солнечная радиация);
- характер окружающей среды (ветер, пыль, биологические факторы);
- качество эксплуатации.

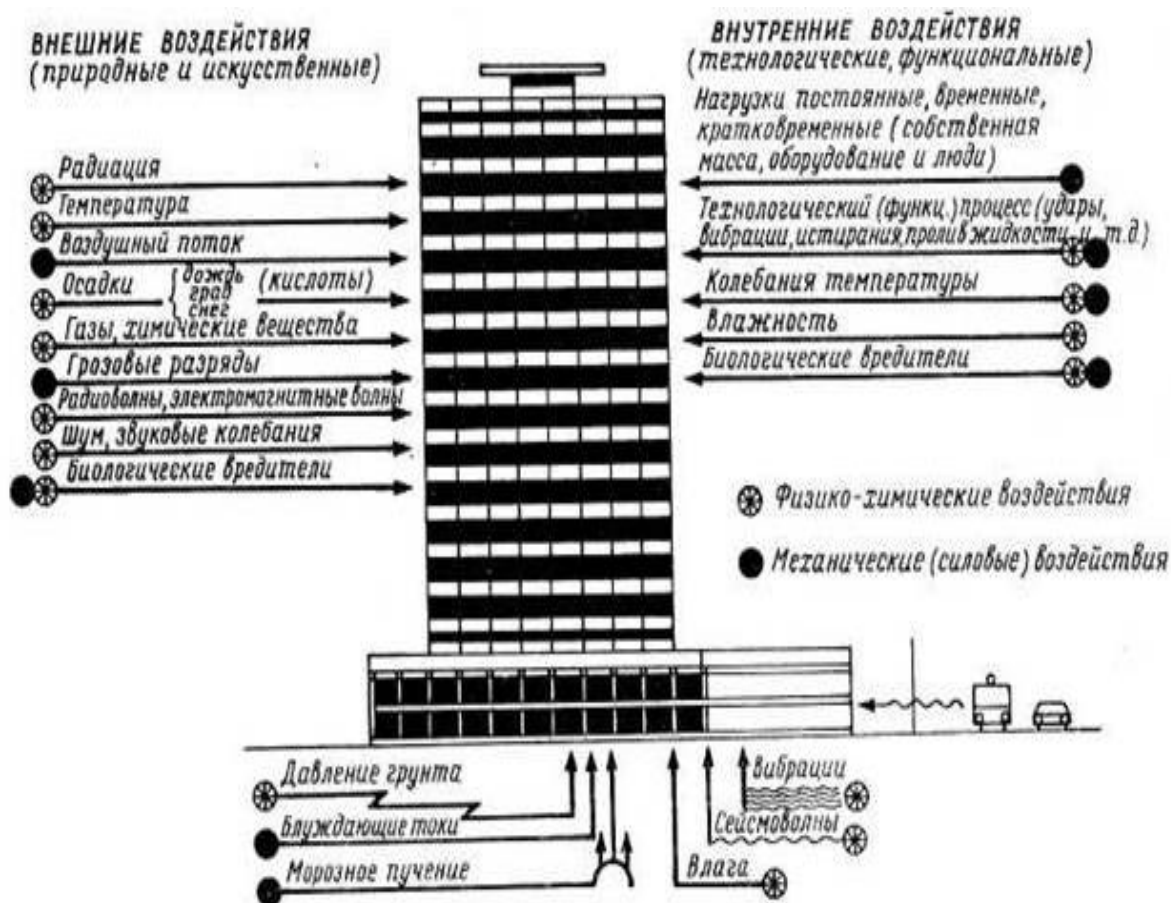


Рис. 1.6. Внешние и внутренние факторы влияющие на работоспособность здания в целом

Под окружающей средой понимается среда обитания и деятельности человечества; окружающий человека природный и созданный им материальный мир. Общественное производство ³⁶ изменяет окружающую среду, воздействуя прямо или косвенно на все ее элементы. Таким образом, окружающая среда включает природную среду и искусственную (техногенную) среду. Природная среда представляет собой совокупность абиотических и биотических факторов, естественных и измененных в результате деятельности человеческого общества, оказывающих влияние на человека и другие организмы. Природная среда отличается от других составляющих окружающей среды свойством самоподдержания и саморегуляции без корректирующего вмешательства человека. Благоприятной окружающей средой называется среда, качество которой обеспечивает устойчивое функционирование естественных экологических систем, природных и природноантропогенных объектов. Окружающая среда, как природные ее компоненты, так и техногенные, в

значительной степени влияют на интенсивность процесса износа и разрушения материала строительных конструкций.

1 – атмосферные явления: знакопеременная температура, знакопеременная атмосферная влага, напор ветра, солнечная радиация, химическая составляющая атмосферной среды, биологическая составляющая атмосферной среды.

2 – механические воздействия (силовые факторы): снеговая нагрузка, сосредоточенно – распределительная нагрузка, собственный вес здания, полезная нагрузка, находящаяся на этажах здания.

3 – техногенные воздействия (вызванные загрязнением окружающей среды): выбросы, выхлопы промышленных предприятий и автотранспорта, стоки, сбросы промышленных предприятий.

4 – явления со стороны подземной части здания: давление грунта, вибрационные, динамические нагрузки, блуждающие токи, явления морозного пучения, грунтовая вода, капиллярная влага, биологическая грунтовая среда.

5 – технологическая среда: микроклимат (перепад температуры, влажности), биовредители, ударно-вибрационная нагрузка, нарушение правил эксплуатации.

Факторы окружающей среды, воздействующие на износ конструкций, подразделяются на две основные группы – воздействие природной среды и антропогенные факторы, появившиеся вследствие человеческой жизнедеятельности.

С экологических позиций территорию города следует рассматривать как экосистему, существующую при постоянном внешнем воздействии человека и интенсивно эксплуатируемую им. Интенсивность и разнообразие этого сложного антропогенного воздействия во многом превышает темпы адаптации и устойчивость природных экосистем. Особенно это заметно в крупных городах. Последствия интенсификации деятельности человека в последние десятилетия привели к увеличению концентрации загрязняющих веществ в

воздушной, водной и почвенной средах и повышению их агрессивности по отношению к эксплуатируемым объектам городского хозяйства.

Несмотря на меры, предпринимаемые для повышения надежности защиты строительных конструкций от преждевременного износа, аварийность значительно не снижается. Это говорит о том, что система мероприятий по защите от повреждений 38 не увязана с изменившимися экологическими факторами, которые в городских условиях, на сегодняшний момент, являются прямыми причинами интенсификации коррозионных процессов.

Преждевременный износ и методы его предупреждения. Износ - процесс ухудшения показателей эксплуатационных качеств здания, его отдельных элементов во времени с учетом изменяющихся требований к ним. 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 сопряжения между ними, а также размеров и форм.

Полное время эксплуатации здания можно разделить на три периода: приработки, нормальной эксплуатации, интенсивного износа. Со временем несущие и ограждающие конструкции, а также оборудование зданий и сооружений изнашиваются, стареют. В начальный период эксплуатации зданий происходит взаимная приработка элементов. Происходит снижение механических, прочностных и ухудшение эксплуатационных характеристик конструкций зданий. Все эти изменения могут быть как общими, так и локальными, они происходят самостоятельно и в совокупности.

При оценке технического состояния инженерного оборудования зданий и сооружений устанавливается величина физического и морального износа. Физический износ на момент его оценки выражается соотношением стоимости объективно необходимых ремонтных мероприятий, устраняющих повреждения инженерного оборудования, и их восстановительной стоимости. Физический

износ - ухудшение технических и связанных с ними других показателей эксплуатационных качеств здания, его отдельных элементов на определенный момент времени. Физический износ здания определяют как среднее арифметическое износа отдельных девяти элементов здания: фундаментов, стен, перекрытий, крыши и кровли, полов, оконных и дверных устройств, отделочных работ, внутренних санитарно-технических и электротехнических устройств и прочих элементов (лестниц, балконов и др.). На практике принято считать, что полный износ здания соответствует физическому износу 70...75 % и классифицируется как ветхое состояние. Здание постепенно стареет не только физически, но и морально. Оно перестает удовлетворять объемно-планировочным, санитарно-гигиеническим, конструктивным и другим требованиям, что вызывает необходимость его реконструкции. Основные признаки морального старения:

- несоответствие планировки квартир современным требованиям
- несоответствие инженерного оборудования
- недостаточное благоустройство и озеленение

Моральный износ зданий в основном зависит научно-технического прогресса в промышленности и строительстве. Моральный износ - несоответствие основных параметров здания, определяющих условия проживания или производства, объем и качество предоставленных услуг современным требованиям. Различают моральный износ двух форм, моральный износ первой формы связан со снижением стоимости здания по сравнению с его стоимостью в период строительства, что объясняется сокращением необходимого труда на возведение зданий в момент оценки, поэтому с действием этого фактора требуется периодически переоценивать жилое здание. Уменьшение этой стоимости объяснимо снижением затрат общественно необходимого труда на сооружение таких же объектов на момент оценки. Моральный износ второй формы определяет старение здания или его элементов по отношению к существующим на момент оценки объемно -

планировочным, санитарно-гигиеническим, конструктивным и другим нормативным требованиям. Моральный износ зданий в процессе эксплуатации нельзя предупредить. Методами проектирования с учетом прогноза научно-технического прогресса можно получить такие объемно-планировочные и конструктивные решения, которые обеспечат соответствие их действующим требованиям на более длительный период эксплуатации зданий.

В процессе эксплуатации под воздействием агрессивных факторов внешней среды, особенностей технологических процессов происходит изменение свойств материалов и конструкций, увеличивается риск нарушения их качества и нанесения ущерба окружающей среде.

Несвоевременно выявленные и устраненные дефекты элементов зданий нередко перерастают в серьезные нарушения. Их последствия помимо значительных материальных затрат, связанных с восстановлением эксплуатационных свойств конструкций, приводят к социальному и экологическому ущербу.

Поэтому важно правильно и своевременно оценить состояние конструкций и оборудования зданий, спрогнозировать возможное развитие дефектов и разработать мероприятия по их стабилизации или устранению.

Для этого необходимо иметь представление о механизме разрушения и износа конструктивных элементов в процессе эксплуатации, о механизме влияния факторов внешней среды эксплуатации на строительные конструкции. Учет законов износа и старения материалов строительных конструкций позволяет более эффективно решать задачи повышения качества эксплуатации зданий.

В зависимости от того, какие первоначальные свойства материалов изменяются в результате действия внешних факторов природного или техногенного происхождения, различают две формы изменений – износ и старение.

1.1.4. Виды и классификация дефектов и повреждений несущих конструкций, группы предельных состояний, механизмы разрушения, диагностические признаки в зависимости от причин повреждений.

При обследовании технического состояния зданий и сооружений факт наличия повреждения и дефектов устанавливается по их характерным и детальным признакам, а степень повреждения путем оценки количественных и качественных параметров повреждений и дефектов.

Дефектами называют отклонение формы, качества, размеров от установленных техническими правилами, условиями и нормами, полученные в процессе изготовления, перевозки и монтажа; это несоответствие конструкции каким-либо параметрам, установленным проектом или нормативными документами. Повреждениями называют отклонение состояния конструкции от первоначального, полученные в процессе эксплуатации; это любое нарушение целостности строительной конструкции и ее элементов в процессе эксплуатации, вызванные наличием дефектов или внешними факторами. Для оценки технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений повреждения и дефекты классифицируются по следующим признакам:

1. По видам проявления последствий повреждений и дефектов:
 - повреждения и дефекты несущих строительных конструкций, ведущие к потере их прочности и устойчивости;
 - повреждения ограждающих строительных конструкций, ослабляющие конструкции и снижающие эксплуатационные характеристики зданий и сооружений;
 - повреждения второстепенных элементов строительных конструкций, снижающие эксплуатационные характеристики зданий и сооружений;
2. По причинам происхождения и характеру распространения:

- общие, местные, точечные, кроме того, по причинам происхождения повреждений и дефектов строительных конструкций зданий и сооружений следует различать:

- воздействие внешних факторов природного или техногенного характера;
- воздействие внутренних факторов, обусловленных технологическими процессами;
- дефекты, вызванные ошибками при геологических изысканиях, проектировании и строительстве зданий и сооружений;
- недостатки и нарушения правил эксплуатации зданий и сооружений.

3. По времени проявления:

Повреждения и дефекты могут быть установлены в процессе:

- строительства;
- эксплуатации;
- после воздействия внешних факторов природного или техногенного характера;

4. По способам обнаружения:

Повреждения и дефекты могут быть

- явные;
- устанавливаемые визуальным осмотром;
- скрытые, для установления которых необходим инструментальный метод обследования;

5. По степени поврежденности (значимости последствий):

По характеру процессов разрушения строительных конструкций следует различать повреждения и дефекты:

- механического повреждения: перегрузка, деформация грунтового основания, сейсмические и взрывные воздействия, механические удары и т.д.
- физико-химического происхождения: окисление и коррозия от агрессивных жидких и газообразных сред, повышенная влажность, температурные воздействия, биологические процессы и т.п.;

Предельные состояния – это такие состояния, при которых конструкция перестает удовлетворять необходимым требованиям (теряет способность сопротивляться нагрузкам и воздействиям или получают недопустимые перемещения или повреждения).

Таблица 1.1.

Классификация и причины возникновения дефектов и повреждений в ж/б конструкциях

Вид дефектов и повреждений	Возможные причины появления	Возможные последствия
1 Волосяные трещины с заплывшими берегами, не имеющие четкой ориентации, появляющиеся при изготовлении, в основном на верхней поверхности	Усадка в результате принятого режима тепловлажностной обработки, состава бетонной смеси, свойств цемента и т.п.	На несущую способность не влияют. Могут снизить долговечность
2 Волосяные трещины вдоль арматуры, иногда след ржавчины на поверхности бетона	а) Коррозия арматуры (слой коррозии не более 0,5 мм) при потере бетоном защитных свойств (например при карбонизации).	а) Снижение несущей способности до 5%. Снижение долговечности.
	б) Раскалывание бетона при нарушении сцепления с арматурой	б) Возможно снижение несущей способности. Степень снижения зависит от многих факторов и должна оцениваться с учетом наличия других дефектов и результатов поверочного расчета

3 Сколы бетона	Механические воздействия	При расположении:- в сжатой зоне - снижение несущей способности за счет уменьшения площади сечения;- в растянутой зоне - на несущую способность не влияют
4 Промасливание бетона	Технологические протечки	Снижение несущей способности за счет снижения прочности бетона до 30%
5 Трещины вдоль арматурных стержней не более 3 мм	Развиваются в результате коррозии арматуры из волосяных трещин (см. пункт 2 таблицы). Толщина продуктов коррозии не более 3 мм	Снижение несущей способности в зависимости от толщины слоя коррозии и объема выключенного из работы бетона сжатой зоны. Уменьшение несущей способности нормальных сечений в результате нарушения сцепления арматуры. Степень снижения оценивают расчетом.

6 Отслоение защитного слоя бетона	Коррозия арматуры (дальнейшее развитие дефектов см. пункты 2 и 5 таблицы)	Снижение несущей способности в зависимости от уменьшения площади сечения арматуры в результате коррозии и уменьшения размеров поперечного сечения сжатой зоны. Снижение прочности нормальных сечений в результате нарушения сцепления арматуры с бетоном. При расположении дефектов на опорном участке - аварийное состояние
--	--	---

7 Нормальные трещины в изгибаемых конструкциях и растянутых элементах конструкций шириной раскрытия для стали классов. А-I - более 0,5 мм. А-II, А-III, А-IIIB, А-IV - более 0,4 мм. в остальных случаях - более 0,3 мм	Перегрузка конструкций, смещение растянутой арматуры. Для преднапряженных конструкций - малое значение натяжения арматуры при изготовлении	Снижение долговечности, недостаточная несущая способность. Снижение долговечности, недостаточная несущая способность
8 То же, что в пункте 7 таблицы, но имеются трещины с разветвленными концами	Перегрузка конструкций в результате снижения прочности бетона или нарушения сцепления арматуры с бетоном	Возможно аварийное состояние

9 Наклонные трещины со смещением участков бетона относительно друг друга и наклонные трещины, пересекающие арматуру	Перегрузка конструкций. Нарушение анкеровки арматуры	Аварийное состояние
10 Относительные прогибы, превышающие для: - преднапряженных стропильных ферм - 1/700; - преднапряженных стропильных балок - 1/300; - плит перекрытий и покрытий - 1/150	Перегрузка конструкций	Степень опасности определяется в зависимости от наличия других дефектов
11 Повреждение арматуры и закладных деталей (надрезы, вырывы и т.п.)	Механические воздействия, коррозия арматуры	Снижение несущей способности пропорционально уменьшению площади сечения
12 Выпучивание сжатой арматуры, продольные трещины в сжатой зоне, шелушение бетона сжатой зоны	Перегрузка конструкций	Аварийное состояние
13 Уменьшение площадок опирания конструкций по сравнению с проектными	Ошибки при изготовлении и монтаже	Степень снижения несущей способности определяется расчетом
14 Разрывы или смещения поперечной арматуры	Перегрузка конструкций	Аварийное состояние

в зоне наклонных трещин		
15 Отрыв анкеров от пластин закладных деталей, деформации соединительных элементов, расстройство стыков	Наличие воздействий, не предусмотренных при проектировании	Аварийное состояние
16 Трещины силового характера в стенах и перекрытиях монолитных конструкций, появляющиеся после снятия опалубки или спустя некоторое время	Температурно-усадочные усилия, возникающие при условиях, стесняющих деформации	При раскрытии больше допустимого - снижение долговечности. Влияние на жесткость и прочность оценивается расчетом

В основном все несущие конструкции рассчитываются по двум группам предельных состояний. По первой группе предельных состояний конструкцию рассчитывают на прочность и устойчивость, а по второй группе – на прогибы, деформации и величину раскрытия трещин.

1-ая группа (потеря несущей способности) является основной, поскольку, если конструкция не проходит расчетами по этой группе, то она будет представлять риск для жизни людей.

Расчеты по 2-ой группе предельных состояний связаны скорее с непригодностью конструкций к нормальной эксплуатации.

Таблица 1.2.

Группы предельных состояний

№	Рассчитывается	Конструкция	С какой целью
1-ая группа	Прочность	Все несущие конструкции	Для предотвращения разрушения конструкции в связи с недопустимыми наибольшими напряжениями
	Устойчивость		При потере устойчивости

			возникают дополнительные эксцентриситеты, которые приводят к увеличению напряжений и потере прочности
2-ая группа	Прогиб	Перекрытие, балки, прогоны, ригели	Большие прогибы недопустимы в связи с эстетической и эксплуатационной точек зрения. Они могут привести к разрушению несущих стен или перегородок.
	Деформации	Фундамент	С целью недопущения усадки фундамента, что ведет к деформации либо разрушению здания
	Величина раскрытия трещин	Перекрытие, балки, прогоны, ригели	Чтобы влага не подступала к арматуре, поскольку она вызывает коррозию, что влечет за собой меньший срок эксплуатации конструкции

Разрушение материала — макроскопическое нарушение сплошности материала в результате тех или иных воздействий на него. Разрушение часто развивается одновременно с упругой или пластической деформацией. Строительные материалы подразделяются на хрупкие и пластичные. Абсолютно хрупких и пластичных материалов в природе не существует.

Большинство бетонных, каменных, силикатных и керамических изделий вплоть до разрушения испытывают только незначительные пластические деформации. Некристаллические твердые тела, например стекло, разрушаются также без видимых пластических деформаций. Разрушение некоторых металлических конструкций происходит вследствие пластического течения без значительного увеличения нагрузки. Пластичные материалы могут разрушаться как хрупкие. В частности, при усталостном разрушении стальных конструкций, когда под действием периодически меняющихся напряжений накапливаются дислокации, металл упрочняется, а затем происходит зарождение микротрещины, что может вызвать внезапное разрушение материала.

Усталостное разрушение происходит и в хрупких материалах, при этом на скорость разрушения влияет окружающая среда.

Значение напряжения в момент разрушения зависит от свободной поверхностной энергии α и модуля упругости E , а также от длины трещины. Сила, приложенная к материалу, вызывает увеличение напряжения от нуля до $\sigma_{\text{макс}}$. Поэтому изменение упругой энергии материала, сопровождающееся этим напряжением, отнесенное к единице объема деформируемого материала,

выражается зависимостью $u_y = \frac{\sigma^2}{2E}$

где σ – среднее напряжение в материале, вызванное приложенной силой, Па; E – модуль упругости материала, Па.

При образовании в объеме материала трещины, распространяющейся перпендикулярно действующей силе, уменьшение упругой энергии материала происходит в дискообразной области с диаметром окружности, равным длине трещины. Общий объем V , приходящийся на единицу толщины образца, в котором происходит уменьшение упругой энергии. Используя соотношение определим уменьшение упругой энергии в результате образования трещины:

$u_y = u_y Y = \left[\frac{a^2}{2E} \right] * 2n1^2 = \left(\frac{\mu a^2}{E} \right)^2$ Наряду с уменьшением упругой энергии материала по мере развития трещины образуются две поверхности площадью (на единицу образца) $2l$ каждая со свободной поверхностной энергией. Общее увеличение поверхностной энергии деформируемого материала составит $2 * 2la = 4a$

Суммарная энергия, сопровождающая развитие трещины:

$U = -\left(\frac{ka^2}{E} \right) * l^2 + 4a$. Из уравнения видно, что общее изменение энергии имеет две составляющие, из которых одна соответствует уменьшению упругой энергии в области трещины, вторая — увеличению поверхностной энергии в зависимости от длины трещины. Первая составляющая преобладает при

больших значениях, при достижении критических значений вызывает самопроизвольное развитие трещины.

Если разрушению предшествует пластическая деформация, к изменению поверхностной энергии α добавляют работу пластической деформации α_p . Тогда выражение будет иметь вид: $\sigma = \sqrt{2E(\alpha + \alpha_p)}$.

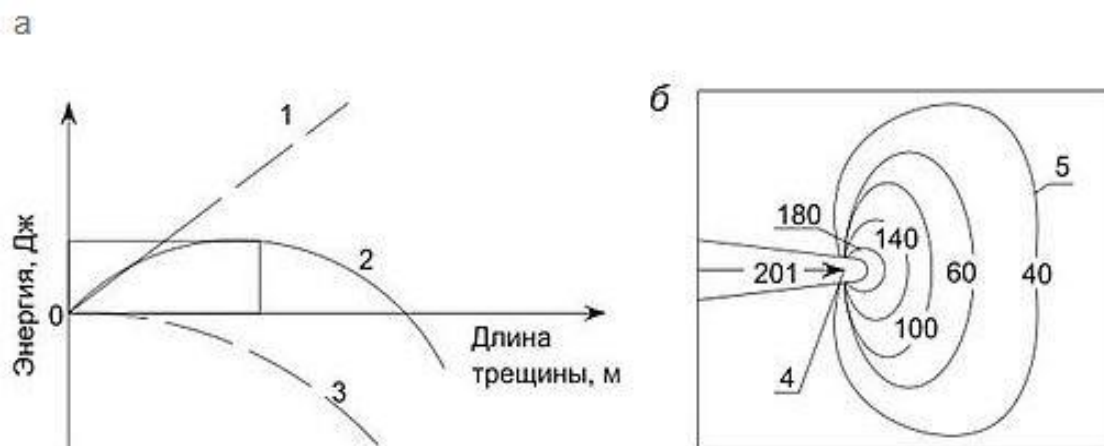


Рис. 1.7. а – возникновение и развитие трещин, изменение энергии материала при развитии трещин; б – изолинии напряжений, вызывающих раскрытие трещины. 1 – увеличение поверхностной энергии; 2 – изменение суммарной энергии; 3 – энергия упругой деформации; 4- микротрещина; 5 – изолинии напряжений

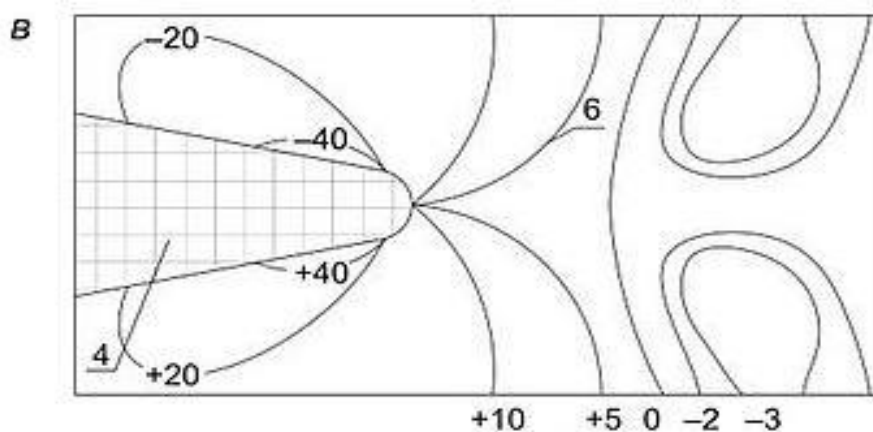


Рис. 1.8. в – изолинии напряжений в области роста микротрещины

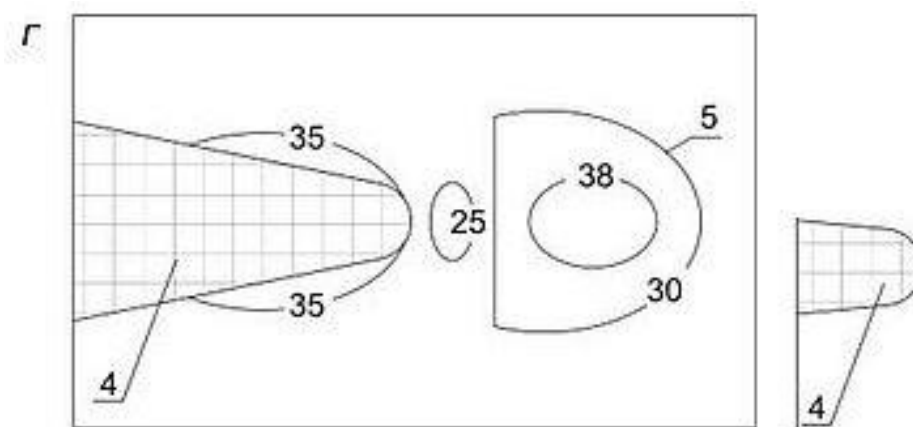


Рис. 1.9. σ – изолинии напряжений в области развития трещины

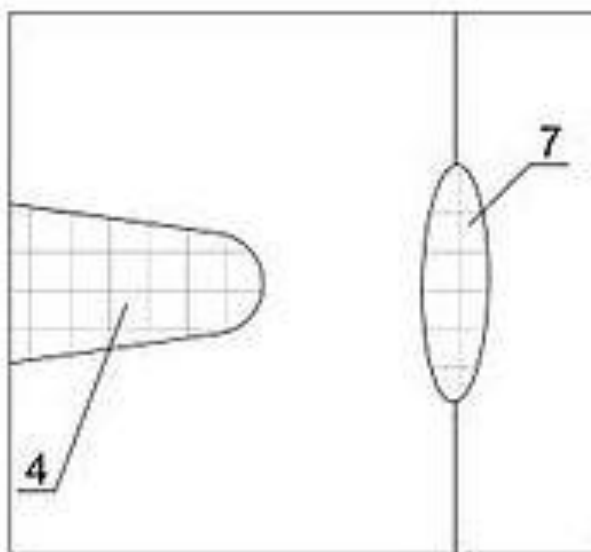


Рис. 1.10. Продвижение основной и зарождение новой трещины

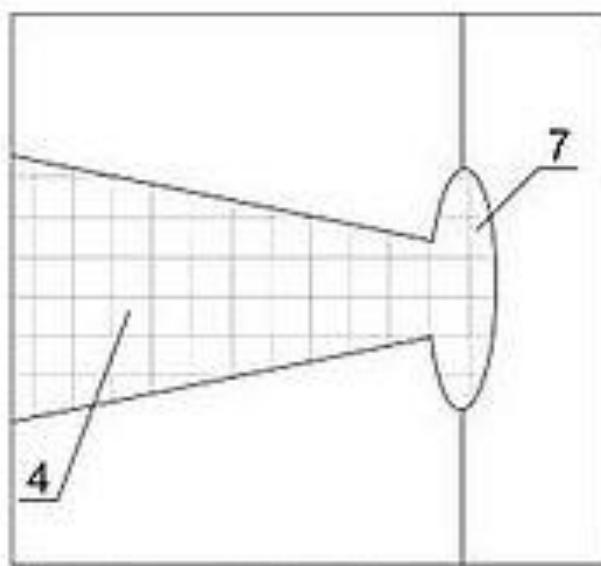


Рис. 1.11. Основная трещина

Следовательно, напряжения, вызывающие усилия, которые стремятся раскрыть трещину, очень велики, особенно в области, вплотную примыкающей к вершине трещины. Самые опасные напряжения приходятся на область, примерно равную площади, ограниченной расстоянием от конца трещины одной атомной связью. На следующей атомной связи напряжение уменьшается примерно вдвое.

Таким образом, нагрузки в материале, имеющем микротрещины, концентрируются на единственной цепочке атомных связей. Как только перегруженная связь нарушится, максимум концентраций переместится на следующую. Описанный механизм разрушения объясняет линейную зависимость между деформацией и напряжением вплоть до момента разрушения.

Несколько по-иному разрушаются пластичные материалы, например металлы. Дислокации в таких материалах являются основной причиной пластического поведения. Упругая деформация в металлах составляет менее 1%. Пластическое течение металлов происходит без увеличения нагрузки до удлинения, достигающего иногда 50% и более общей деформации. Как видно по обе стороны от вершины трещины есть малые области значительных концентраций напряжений сдвига.

Ранее отмечалось, что движение дислокаций происходит при малых напряжениях в материале (порядка $0,98 \cdot 10^6$ Па). Поэтому указанные выше напряжения сдвига достаточны для движения существующих дислокаций, а также зарождения и движения новых.

В плоскостях, расположенных под углом 45° к главной оси трещины, возникает сдвиг и уменьшаются растягивающие напряжения. Пластичность — это течение дислокаций. При комнатной температуре в большинстве кристаллических твердых тел дислокации недостаточно подвижны. В этих случаях происходит хрупкое разрушение, так как в материале не хватает дислокаций, расположенных в непосредственной близости от конца трещины,

для сдвиговых деформаций, которые привели бы к увеличению радиуса вершины трещины и снижению опасных концентраций растягивающих напряжений.

Поведение хрупких и пластичных материалов объясняется физической природой элементарных связей в материале. Способность к разрушению и восстановлению связей в разных материалах неодинакова. Для зарождения дислокаций и для их перемещения необходимы разрыв старых и появление новых связей. Такой способностью должны обладать материалы, в которых связи элементарных частиц одинаковы во всех направлениях. Указанным свойством обладают металлические ионные связи. Ковалентные связи с их выраженной направленностью и достаточной прочностью не могут быстро нарушаться, так же как не могут восстанавливаться новые. Поэтому большинство каменных, бетонных, силикатных и керамических материалов и некоторые металлы не обладают пластичностью при нормальных температурах. Разрушению стальных конструкций предшествуют интенсивное зарождение и передвижение дислокаций, которые, встретив препятствие в виде зерен, границ раздела разнородных фаз или различные дефекты кристалла, могут накапливаться, упрочняя материал. Эти же скопления дислокаций могут привести к образованию микротрещин, которые вызывают ускорение разрушения материала конструкции. Так разрушается, например, стальной прут, предварительно согнутый несколько раз в разные стороны. В результате деформаций в нем быстро накапливаются дислокации, происходит уплотнение и упрочнение материала, приводящие к хрупкому разрушению.

При наличии трещин на поверхности многие материалы, обладающие большой пластичностью, становятся хрупкими. Только при полном отсутствии трещин разрушение материала сопровождается пластическими деформациями.

Для роста микротрещин, образовавшихся в хрупких материалах (бетоне, каменных конструкциях, большинстве керамических изделий, стекле и др.),

требуется меньше энергии, чем для пластической деформации, так как развитие трещин происходит до полного разрушения материала.

В отличие от рассмотренных ранее видов разрушения в слоистых твердых телах у вершины трещины наблюдается концентрация растягивающих напряжений, разрывающих трещину и вызывающих рост напряжений. В области, прилегающей непосредственно к вершине трещины, имеются и другие растягивающие напряжения, направленные параллельно ее главной оси. Ранее установлено, что растягивающие напряжения, действующие перпендикулярно направлению развития трещины, достигают максимального значения у вершины трещины. В этой точке растягивающие напряжения, направленные параллельно главной оси трещины, равны нулю. Максимального значения такие напряжения достигают на расстоянии от вершины, равном размеру одного-двух атомов. Независимо от формы трещины и способа ее нагружения отношение максимального растягивающего напряжения, действующего параллельно трещине, к максимальному растягивающему напряжению, направленному перпендикулярно ее главной оси, всегда постоянно и равно γ_5 .

Следовательно, если в области, где действуют напряжения, направленные параллельно трещины, прочность материала соответствует γ_5 главных напряжений, то может образоваться трещина, направленная перпендикулярно движущейся, что явится своего рода тормозом, способным приостановить ее распространение. В этом случае конец движущейся трещины при слиянии с вновь образовавшейся сильно притупится и напряжений, способствующих дальнейшему распространению трещины, окажется недостаточно.

Таким образом, конструкции, материал которых состоит из слоев, имеющих различную прочность связи в продольном и поперечном направлениях в соотношении 5:1, должны обладать достаточно высокой прочностью. Для разрушения таких конструкций трещины должны образовываться каждый раз заново во всех слоях материала, поэтому подобные конструкции можно рассматривать как системы, имеющие постоянный резерв.

Рассмотренная теория дает приближенную оценку физического механизма разрушения материалов, так как в ней не принимается во внимание, что любой процесс разрушения твердых тел сопровождается тепловыми потерями. Баланс энергии разрушения может быть записан в виде: $c\dot{III} = \dot{\epsilon}a + \dot{\epsilon}O$

где (Ш — уменьшение упругой энергии нагруженной конструкции в процессе ее разгрузки при росте трещины; $\dot{\epsilon}a$ — увеличение свободной поверхностной энергии; $\dot{\epsilon}()$ — механические потери энергии в процессе разрушения за малый промежуток времени $\dot{\epsilon}x$.

При $c(2 = 0$ справедлива рассмотренная выше теория разрушения. В реальных условиях это условие не соблюдается, хотя во многих случаях $c!()$ может быть очень малой величиной. В связи с этим приведенные выше основные положения дают вполне удовлетворительную оценку механизма разрушения конструкций.

В процессе эксплуатации большинство конструкций работает под нагрузками, вызывающими напряжения сжатия. В результате перераспределения напряжений из-за разной ориентации блоков и зерен кристаллов, а также вследствие наличия в материалах разнородных композитов, имеющих неодинаковые кристаллические структуры, в различных сечениях конструкций независимо от направления действия приложенных сил всегда будут растягивающие напряжения, приводящие к образованию микротрещин. Подобного рода дефекты в материалах конструкций являются причиной ускоренного износа и разрушения элементов зданий.

Различают начальное разрушение (образование и развитие пор, трещин и других нарушений сплошности) и полное разрушение (разделение тела на две и более частей); хрупкое (без значительной пластической деформации) и пластическое (или вязкое); усталостное, длительное и др. Теория разрушения базируется на физических, механико-математических, структурных и физико-химических объяснениях закономерностей механического разрушения.

Повреждения — это начальная стадия разрушения отдельных конструктивных элементов или отдельных мест этого элемента, т.е. потеря первоначальных свойств конструкции или элемента.

При эксплуатации зданий и сооружений важно оценить характер и опасность повреждений. Причины, вызывающие повреждения, а затем и разрушения зданий, следующие: 1) воздействия внешних природных и искусственных факторов; 2) воздействия внутренних факторов, обусловленных технологическим процессом; 3) проявление дефектов, допущенных при изысканиях, проектировании, возведении здания; 4) недостатки и нарушения правил эксплуатации зданий, сооружений и сантехоборудования. В зависимости от характера процессов, приводящих к разрушению, последние бывают: механические (приложение сверхрасчетной нагрузки — оборудование, деформации грунтов оснований; сейсмическое воздействие; механическое повреждение) и физико-химические (окисление, коррозия, вызванные растворами солей, кислот, щелочей, грунтовой влаги; воздействие электрического тока, биологических процессов). Чаще всего здания и конструктивные элементы преждевременно выходят из строя от суммарного воздействия вышеперечисленных факторов. По степени разрушения можно выделить три категории повреждений:

- аварийного характера, вызванные дефектами проектирования, строительства, стихийными явлениями — ливнями, снегопадами, затоплением, а также нарушениями правил эксплуатации зданий и сооружений;
- разрушения несущих конструкций, обусловленные внешними и технологическими факторами, нарушением правил эксплуатации. Такие нарушения не являются аварийными и устраняются при капитальном ремонте усилением или заменой;

разрушения второстепенных элементов (выпадение штукатурки, отдельных плиток облицовки), устраняемые при текущем ремонте.

ТЕМА 1.2. Методы диагностики технического состояния несущих конструкций зданий.

1.2.1. Методы выявления дефектов, повреждений и негативных процессов в несущих конструкциях в зависимости от материала конструкций.

Износ зданий ускоряется при проявлении дефектов, допущенных в ходе изыскания и выбора участков для строительства, при проектировании и возведении зданий, а также из-за нарушения правил эксплуатации. Дефекты зданий в нормальных условиях являются следствием либо недостаточной квалификации изыскателей, проектировщиков, строителей и работников, принимающих здания в эксплуатацию, либо небрежности этих лиц. Дефекты могут возникнуть также в процессе проектирования и строительства зданий при осуществлении в них производства работ по новой технологии, возведении в малоизученных в строительном отношении районах и в других сложных условиях. Скрытые и явные дефекты встречаются в основаниях, фундаментах, стенах, покрытиях, отделке. Они бывают опасными и могут привести к разрушению отдельного элемента или всего сооружения; некоторые из них можно устранить во время ремонта. Встречаются также дефекты, которые весь срок службы сооружения приходится компенсировать эксплуатационными затратами, например усиленное отопление здания при завышенной плотности (объемной массе) материала наружных стен. Чтобы обеспечить высокое качество и надежность зданий, необходимо стремиться к предотвращению дефектов. Это тем более важно, поскольку устранение дефектов часто сопряжено со значительными потерями экономического характера; весьма велик и моральный ущерб — например, при промерзании и промокании стыков или отсутствии надлежащей звукоизоляции в жилом доме. Дефект — это несоответствие конструкции определенным параметрам, нормативным требованиям или проекту. Так, если завышена толщина швов кладки — это дефект, а обрушение ее — это повреждение вследствие дефекта швов. Или

другой пример: провалы отмостки считают дефектом, в то время как это типичное повреждение, вызванное дефектами при ее устройстве. Наиболее опасны дефекты в основаниях и фундаментах, в стенах, т.е. в основных конструкциях, так как их проявление ведет к деформациям и разрушению всего здания. Менее опасны дефекты в перегородках и других ненесущих конструкциях, однако они существенно снижают эксплуатационные качества помещений или зданий в целом. Итак, дефект — это вероятная первопричина повреждения. Его можно и необходимо избежать, но многие дефекты сложно или совсем невозможно устранить. Такие дефекты ускоряют износ сооружения.

Классификация дефектов зданий. Дефекты зданий можно классифицировать по следующим признакам: по месту, причине и времени, характеру и значимости. Примерами дефектов по месту могут служить: неправильная ориентация здания на местности, неудачная «посадка» здания на участке, в застройке и т.п., вследствие чего здание плохо инсолируется, подтопляется водой и т.п. Дефектами изысканий и проектирования являются такие, которые допущены при выборе участка строительства и оценке грунтов, а также при выборе материалов, конструкций, определении нагрузок, сечений и т.п. Некоторые дефекты обнаруживаются уже во время строительства из-за неточности или неполноты чертежей, отсутствия в проектах необходимых указаний, в связи, с чем строителям приходится самим решать тот или иной вопрос, исходя лишь из имеющихся материалов и собственных возможностей. Дефектами строительства являются нарушения технических условий производства работ, небрежность в отборе материалов, неоправданная замена их в ходе строительства. По характеру дефекты подразделяются на скрытые, невидимые при внешнем осмотре, и явные. По значимости (опасности) они делятся на три группы:

- дефекты, которые могут привести к аварии. При обнаружении таких дефектов их надо немедленно устранять;

- дефекты, не угрожающие целостности зданий, но ослабляющие конструкции или снижающие эксплуатационные качества зданий; поэтому они также должны быть устранены. К этой группе относятся дефекты стыков деревянных щитовых и крупнопанельных зданий, промерзание стен и т.п.;
- дефекты, которые не приводят к разрушению зданий, но снижают их эксплуатационные качества и требуют дополнительных затрат на эксплуатацию.

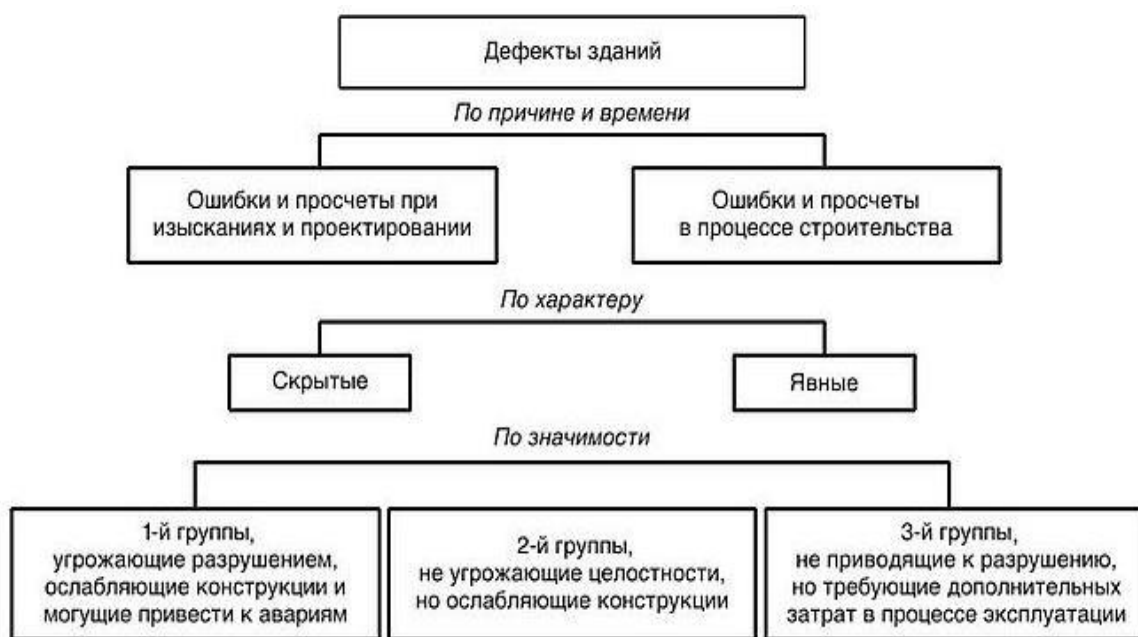


Рис. 1.12. Классификация дефектов зданий

Изучение и классификация дефектов зданий дают возможность обоснованно прогнозировать их возможную опасность, своевременно принимать меры по локализации или устранению, а также способствуют предотвращению повторных ошибок при проектировании и строительстве.

Основные (возможные) дефекты строительных материалов. Долговечность и надежность зданий в значительной мере зависят от того, из каких материалов они построены. Качество строительных материалов регламентировано стандартами, однако при их изготовлении и недостаточном контроле могут быть допущены нарушения в их составе, размерах и т.п. Дефекты железобетонных и каменных конструкций часто связаны с плохим качеством

исходных материалов: бетона, кирпича, раствора, с недостатками конструктивного решения или с нарушением технологии производства работ.

Причинами многих дефектов зданий являются использование при их возведении некачественных строительных материалов или нарушение технологии их изготовления. Под этим понимается, например, неправильно приготовленный раствор или бетон, использование малопрочного щебня и т.п. Обычно дефекты возникают в труднодоступных для работы и контроля местах: в стыках, в местах большого насыщения арматурой, а также при производстве работ в зимнее время. Нередки случаи, когда при перерывах в производстве работ для ускорения таяния льда на бетонных конструкциях их посыпают поваренной солью, что вызывает так называемую морозносолевую коррозию. Соль впитывает влагу из воздуха, которая проникает в бетон и при замерзании разрушает его. Хлористая соль в материалах и конструкциях обнаруживается по выходу ее на поверхность — по высолам, а поваренная соль (при повышенной влажности воздуха) — по мокрым пятнам. Плохое качество бетона может объясняться недостатками его прогрева, нарушением режима тепловлажной обработки, ранним замораживанием, неудовлетворительным уходом за свежеприготовленным бетоном как в жаркое, так и в холодное время. В бетоне нередко образуются пучения и выколы, а в штукатурке — «дутики» и «взрывы» — следствие замерзания намокших комьев глины либо ила, а также попадания в бетон или раствор негашеной извести. «Взрывы» в штукатурке происходят даже через два-три года после сдачи сооружения в эксплуатацию, например после ее замачивания при побелке.

Существенным недостатком кирпича зачастую является низкая его морозостойкость, обусловленная неудовлетворительным составом и некачественным приготовлением глиняной массы, неправильным обжигом. Такой кирпич, уложенный в конструкцию и даже защищенный штукатуркой, под воздействием отрицательных температур расслаивается и разрушается.

Дефекты железобетонных конструкций. В таких монолитных конструкциях при недостаточном контроле за качеством работ встречаются дефекты, которые могут вызвать потерю устойчивости и нарушение герметичности. Наиболее опасными дефектами для монолитных и сборных конструкций являются: недостаточное или неправильное армирование, заниженная прочность бетона, загрязненные заполнители, нарушения технологии укладки бетонной смеси и т.п. К распространенным дефектам железобетонных конструкций следует отнести мелкие (до 2—3 см) раковины и сквозные пустоты. Они возникают в труднодоступных для тщательного вибрирования местах, при использовании изношенной опалубки и т.п. Глубокие раковины опасны для несущих конструкций, особенно если они не устраняются сразу, а только прикрыты защитным слоем раствора. Важно оценить также опасность сквозных пустот; при необходимости следует устраивать железобетонные обоймы с нагнетанием в них раствора. Дефекты изготовления сборных конструкций. На практике нередко встречаются отклонения и нарушения в технологии изготовления сборных элементов, что отражается на надежности и долговечности зданий из сборных конструкций. Дефекты изготовления железобетонных элементов сооружений весьма разнообразны. Для удобства анализа они объединены в четыре группы:

- I — отклонения размеров и формы элементов;
- II — дефекты поверхности элементов;
- III — трещины в защитном слое, околы углов и ребер;
- IV — смещение арматуры и закладных частей.

Дефекты изготовления отдельных элементов оказывают существенное влияние на качество и трудоемкость строительства, а впоследствии — и на эксплуатацию зданий. Так, значительные отклонения натуральных габаритных размеров от проектных (группа) усложняют и удорожают монтаж, снижают надежность стыков, ухудшают внешний вид сооружений. Уменьшение толщины элементов, в частности защитного слоя, сильно отражается на

эксплуатационных качествах сооружений и их долговечности. Дефекты II группы главным образом ухудшают внешний вид (загрязнение панелей) сооружений, а при наличии больших раковин ослабляют их прочность. Дефекты III группы приводят к коррозии арматуры и разрушению зданий. Дефекты IV группы снижают несущую способность конструкций, точность и надежность монтажа. Дефекты монтажа сборных конструкций. Монолитность сборных зданий зависит от надежности крепления закладных частей в бетоне и от прочности их соединения в смежных элементах. Поэтому дефекты IV группы не только усложняют монтаж, но и снижают надежность крепления конструкций и жесткость всего здания.

Дефекты кирпичной кладки. К явным дефектам кирпичной кладки относятся негоризонтальные и толстые швы, отсутствие перевязки швов, армирования колонн, простенков, а также отклонение стен от вертикали. Такие дефекты являются следствием недостаточного контроля за качеством материалов и ведением работ. К скрытым дефектам кирпичной кладки относятся такие, как применение кирпичей с плотностью выше расчетной, более низкой марки и т.п. Такие дефекты возникают из-за небрежной приемки материалов, без надлежащего контроля по паспортам, лабораторных испытаний и т.п. Дефекты кладки приводят в одних случаях к осадкам и обрушениям, в других — к продуванию, промерзанию и увлажнению стен. Средняя толщина горизонтальных швов кладки составляет 12 мм (от 8 до 15 мм), вертикальных — 10 мм. Для повышения несущей способности кладки ее армируют. Диаметр проволоки арматурных сеток допускается не менее 3 мм и не более 8 мм минимальной толщины шва; сетка должна быть сварена, связана или изогнута в зигзаг. Для проверки наличия арматурных сеток в столбах и простенках отдельные их концы должны выступать из горизонтальных швов на 2—3 мм.

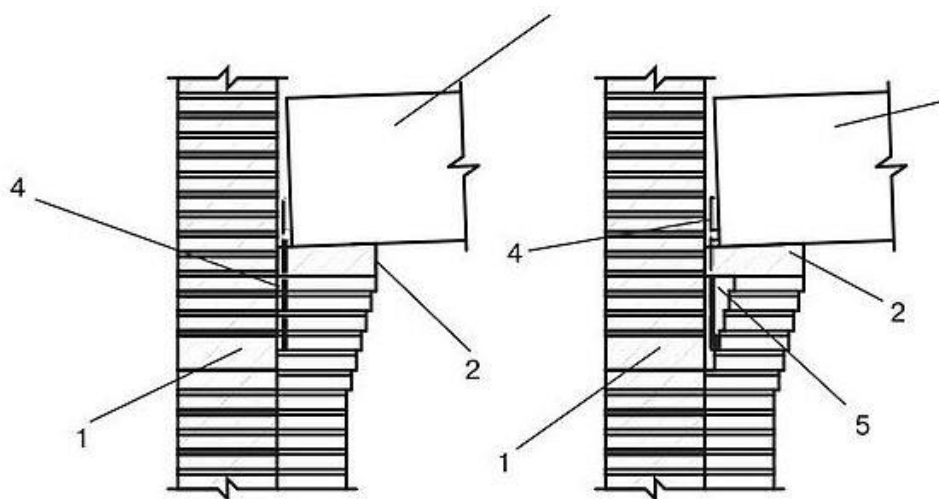


Рис. 1.13. Опираение балки на кирпичную пилестру: а – по проекту; б – в натуре. 1 – ж/б пояс; 2 – опорная подушка; 3 – балка; 4 – анкер; 5 – раствор

Обследование бетонных и железобетонных конструкций.

Оценку технического состояния бетонных и железобетонных конструкций по внешним признакам проводят на основе:

- определения геометрических размеров конструкций и их сечений;
- сопоставления фактических размеров конструкций с проектными размерами;
- соответствия фактической статической схемы работы конструкций принятой при расчете;
- наличия трещин, отколов и разрушений;
- месторасположения, характера трещин и ширины их раскрытия;
- состояния защитных покрытий;
- прогибов и деформаций конструкций;
- признаков нарушения сцепления арматуры с бетоном;
- наличия разрыва арматуры;
- состояния анкеровки продольной и поперечной арматуры;
- степени коррозии бетона и арматуры.

Ширину раскрытия трещин в бетоне измеряют в местах максимального их раскрытия и на уровне арматуры растянутой зоны элемента.

Трещины в бетоне анализируют с точки зрения конструктивных особенностей и напряженно-деформированного состояния железобетонной конструкции. Классификация и причины возникновения дефектов и повреждений в железобетонных и фундаментных конструкциях.

При обследовании конструкций для определения прочности бетона применяют методы неразрушающего контроля и руководствуются требованиями ГОСТ 22690, ГОСТ 17624.

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

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

При оценке технического состояния арматуры и закладных деталей, пораженных коррозией, определяют вид коррозии, участки поражения и источник воздействия.

Выявление состояния арматуры элементов железобетонных конструкций проводят удалением на контрольных участках защитного слоя бетона с обнажением рабочей арматуры.

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

Степень коррозии арматуры оценивают по следующим признакам: характер коррозии, цвет, плотность продуктов коррозии, площадь пораженной поверхности, глубина коррозионных поражений, площадь остаточного поперечного сечения арматуры.

При выявлении участков конструкций с повышенным коррозионным износом, связанным с местным (сосредоточенным) воздействием агрессивных

факторов, особое внимание обращают на следующие элементы и узлы конструкций:

- наружные стены помещений, расположенные ниже нулевой отметки;
- балконы и элементы лоджий;
- участки пандусов при въезде в подземные и многоэтажные гаражи;
- несущие конструкции перекрытий над проездами;
- верхние части колонн, находящиеся внутри кирпичных стен;
- низ и базы колонн, расположенные на уровне (низ колонн) или ниже (база колонн) уровня пола, в особенности при мокрой уборке в помещении (гидросмыве);
- участки колонн многоэтажных зданий, проходящие через перекрытие, в особенности при мокрой уборке пыли в помещении;
- участки плит покрытия, расположенные вдоль ендов, у воронок внутреннего водостока, наружного остекления и торцов фонарей, торцов здания;
- участки конструкций, находящиеся в помещениях с повышенной влажностью или в которых возможны протечки;
- опорные узлы стропильных и подстропильных ферм, вблизи которых расположены водоприемные воронки внутреннего водостока;
- верхние пояса ферм в узлах присоединения к ним аэрационных фонарей, стоек ветробойных щитов;
- верхние пояса подстропильных ферм, вдоль которых расположены ендовы кровель;
- опорные узлы ферм, находящиеся внутри кирпичных стен.

При обследовании колонн определяют их конструктивные решения, измеряют их сечения и обнаруженные деформации (отклонение от вертикали, выгиб, смещение узлов), фиксируют местоположение, расположение и характер трещин и повреждений.

Число колонн для определения прочности бетона принимают в зависимости от целей обследования.

При обследовании перекрытий устанавливают тип перекрытия (по виду материалов и особенностям конструкции), видимые дефекты и повреждения, особенно состояние отдельных частей перекрытий, подвергавшихся ремонту или усилению, а также действующие на перекрытия нагрузки. Фиксируют картину трещинообразования, длину и ширину раскрытия трещин в несущих элементах и их сопряжениях. Наблюдение за трещинами проводят с помощью контрольных маяков или марок.

Прогибы перекрытий определяют методами геометрического и гидростатического нивелирования.

При обследовании конструктивных элементов железобетонных перекрытий определяют геометрические размеры этих элементов, способы их сопряжения, расчетные сечения, прочность бетона, толщину защитного слоя бетона, расположение и диаметр рабочих арматурных стержней.

Для обследования элементов перекрытий и определения степени их повреждения выполняют вскрытия перекрытий. Общее число мест вскрытий определяют в зависимости от общей площади перекрытий в здании. Вскрытия выполняют в наиболее неблагоприятных зонах (у наружных стен, в санитарных узлах и т.п.). При отсутствии признаков повреждений и деформаций число вскрытий допускается уменьшить, заменив часть вскрытий осмотром труднодоступных мест оптическими приборами (например эндоскопом) через предварительно просверленные отверстия в полах.

Обследование каменных конструкций.

При обследовании кладки устанавливают конструкцию и материал стен, а также наличие и характер деформаций (трещин, отклонений от вертикали, расслоений и др.).

Для определения конструкции и характеристик материалов стен проводят выборочное контрольное зондирование кладки. Зондирование выполняют с

учетом материалов предшествующих обследований и проведенных надстроек и пристроек. При зондировании отбирают пробы материалов из различных слоев конструкции для определения влажности и объемной массы.

Стены в местах исследования очищают от облицовки и штукатурки на площади, достаточной для установления типа кладки, размера и качества кирпича и др.

Прочность кирпича и раствора в простенках и сплошных участках стен в наиболее нагруженных сухих местах допускается оценивать с помощью методов неразрушающего контроля. Места с пластинчатой деструкцией кирпича для испытания непригодны.

При комплексном обследовании технического состояния здания или сооружения, в случае, если прочность стен является решающей при определении возможности дополнительной нагрузки, прочность материалов кладки камня и раствора устанавливают лабораторными испытаниями в соответствии с ГОСТ 8462 и ГОСТ 5802.

Число образцов для лабораторных испытаний при определении прочности стен зданий принимают: для кирпича: не менее 10, для раствора: не менее 20.

В стенах из слоистых кладок с внутренним бетонным заполнением крупных блоков образцы для лабораторных испытаний отбирают в виде кернов.

Установление пустот в кладке, наличия и состояния металлических конструкций и арматуры для определения прочности стен проводят с использованием стандартных методов и приборов или по результатам вскрытия.

При обследовании зданий с деформированными стенами предварительно устанавливают причину появления деформаций.

Обследование стальных конструкций.

Техническое состояние стальных конструкций определяют на основе оценки следующих факторов:

- наличие отклонений фактических размеров поперечных сечений стальных элементов от проектных;

- наличие дефектов и механических повреждений;

- состояние сварных, заклепочных и болтовых соединений;

- степень и характер коррозии элементов и соединений;

- прогибы и деформации;

- наличие отклонений элементов от проектного положения.

Определение геометрических параметров элементов конструкций и их сечений проводят непосредственными измерениями.

Определение ширины и глубины раскрытия трещин проводят осмотром с использованием лупы или микроскопа. Признаками наличия трещин могут быть подтеки ржавчины, шелушение краски и др.

При обследовании отдельных стальных конструкций учитывают их вид, особенности и условия эксплуатации. В производственных зданиях особое внимание уделяют стальным покрытиям, колоннам и связям по колоннам, подкрановым конструкциям; в прочих зданиях - состоянию узлов сопряжения главных и второстепенных балок с колоннами, состоянию стоек, связей и других конструкций.

При оценке коррозионных повреждений стальных конструкций определяют вид коррозии и ее качественные (плотность, структура, цвет, химический состав и др.) и количественные (площадь, глубина коррозионных язв, значение потери сечения, скорость коррозии и др.) характеристики.

Площадь коррозионных поражений с указанием зоны распространения выражают в процентах от площади поверхности конструкции. Толщину элементов, поврежденных коррозией, измеряют не менее чем в трех наиболее поврежденных коррозией сечениях по длине элемента. В каждом сечении проводят не менее трех измерений.

Значение потери сечения элемента конструкции выражают в процентах от его начальной толщины, т.е. толщины элемента, не поврежденного коррозией.

Для приближенной оценки значения потери сечения измеряют толщину слоя окислов и принимают толщину поврежденного слоя равной одной трети толщины слоя окислов.

Обследование сварных швов включает в себя следующие операции:

- очистку от шлака и внешний осмотр в целях обнаружения трещин и других повреждений;
- определение длины шва и размера его катета.

Скрытые дефекты в швах определяют в соответствии с ГОСТ 3242.

Контроль натяжения болтов проводят тарировочным ключом.

Физико-механические и химические характеристики стали конструкций определяют механическими испытаниями образцов, химическим и металлографическим анализом в соответствии с ГОСТ 7564, ГОСТ 1497, ГОСТ 22536.0 при отсутствии сертификатов, недостаточной или неполной информации, приводимой в сертификатах, обнаружении в конструкциях трещин или других дефектов и повреждений, а также если указанная в проекте марка стали не соответствует нормативным требованиям по прочности.

В процессе испытаний определяют следующие параметры:

- предел текучести, временное сопротивление, относительное удлинение;
- ударную вязкость стали для конструкций, которым по действующим нормам это необходимо.

Образцы для испытаний отбирают из наименее ответственных и наименее нагруженных элементов конструкций.

Обследование деревянных конструкций.

При обследовании деревянных конструкций проводят:

- определение фактической конструктивной схемы здания (сооружения);
- выявление участков деревянных конструкций с видимыми дефектами или повреждениями, потерей устойчивости и прогибами, раскрытием трещин в деревянных элементах, биологическим, огневым поражениями;

- выявление участков деревянных конструкций с недопустимыми атмосферными, конденсационными и техническими увлажнениями;
- определение схемы и параметров внешних воздействий на деревянные конструкции зданий (сооружений), фактически действующие нагрузки с учетом собственного веса и т.п.;
- определение расчетных схем и геометрических размеров пролетов, сечений, условий опирания и закрепления деревянных конструкций;
- определение состояния узлов сопряжения деревянных элементов;
- определение прочностных и физико-механических характеристик древесины;
- определение температурно-влажностного режима эксплуатации конструкций;
- определение наличия и состояния защитной обработки деревянных конструкций объектов и др.

При обследовании деревянных конструкций объектов особое внимание обращают на следующие участки, являющиеся зонами наиболее вероятного биологического поражения или промерзания конструкций:

- узлы опирания деревянных конструкций на фундаменты, каменные стены, стальные и железобетонные колонны;
- участки покрытия чердачного перекрытия в местах расположения слуховых окон, ендов, парапетов, вентиляционных шахт.

Конструкции деревянных перегородок определяют внешним осмотром, а также простукиванием, высверливанием, пробивкой отверстий и вскрытием в отдельных местах.

Расположение стальных деталей крепления и каркаса перегородок определяют по проекту и уточняют металлоискателем.

При обследовании несущих деревянных перегородок обязательно проводят вскрытие верхней обвязки в местах опирания балок перекрытия на каждом этаже.

Кроме того, проводят оценку:

- состояния участков перегородок в местах расположения трубопроводов, санитарно-технических приборов;

- сцепления штукатурки с поверхностью перегородок;

- просадки из-за опирания на конструкцию пола.

Результаты оценки отражают в приложении к техническому заключению.

При обследовании деревянных перекрытий:

- разбирают конструкцию пола на площади, обеспечивающей измерение не менее двух балок и заполнений между ними длиной 0,5-1,0 м;

- расчищают засыпку, смазку и пазы наката деревянных перекрытий для тщательного осмотра примыкания наката к несущим конструкциям перекрытия;

- определяют качество древесины балок по ГОСТ 16483.3, ГОСТ 16483.7, ГОСТ 16483.10 и материалов заполнения;

- устанавливают границы повреждения древесины;

- определяют сечение и шаг несущих конструкций.

На чертежах вскрытий указывают:

- размеры несущих конструкций и площадь их сечения;

- расстояние между несущими конструкциями;

- вид и толщину слоя смазки по накату;

- вид и толщину слоя засыпки;

- участки перекрытий с деформациями, повреждениями, ослаблением сечений, протечками и т.п.

1.2.2. Оценка состояния, фундаментов, стен, перекрытий, элементов несущего каркаса.

Краткая характеристика конструкций. В зависимости от года постройки, характеристики грунта, его свойств фундаменты могут быть ленточные бутовые, ленточные сборные или монолитные, столбчатые, свайные, в виде

сплошной монолитной плиты. Повреждения фундаментов могут происходить по разным причинам: недостаточное заглубление (меньше глубины промерзания); передача больших нагрузок, чем предусмотрено в проекте; отсутствие или нарушение гидроизоляции; изменение уровня грунтовых вод; неоднородность и разнопрочность грунтов по протяженности здания; неравномерность осадки здания; неисправность инженерных сетей; неудачное сопряжение основного и пристроенного здания; морозное пучение грунтов (в основном глин) при малых нагрузках на фундамент; изменение гидрогеологической обстановки вблизи фундамента здания и др.

Повреждениями в эксплуатации являются:

- снижение несущей способности (общие деформации, искривления, перекосы, вспучивания, прогибы, смещение свай в плане, уменьшение поперечного сечения, общие деформации ростверка, разрыв фундамента по высоте, расслоение материала фундамента и др.). Для выявления причин необходимо выявить дефекты — разломы, трещины, прогибы, искривления, нарушения защитного слоя, высолы, промерзание в зоне стыков;
- нарушение защитных свойств (нарушение покрытий на сваях и ростверках);
- нарушение герметичности (трещины и выпадение раствора из стыков, увлажнение и разрушение бетона, промерзание в зоне стыков и сопряжений).

Обследования технического состояния оснований и фундаментов проводят в соответствии с техническим заданием. Состав, объемы, методы и последовательность выполнения работ обосновывают в рабочей программе, входящей в общую программу обследования, с учетом степени изученности и сложности природных условий.

Обследование фундаментов зданий (сооружений), построенных с сохранением вечномерзлого состояния грунтов основания, предпочтительно

проводить в зимний период, построенных на оттаивающих и талых грунтах - в летний период года.

В состав работ по обследованию грунтов оснований и фундаментов зданий (сооружений) включают:

- изучение имеющихся материалов по инженерно-геологическим исследованиям, проводившимся на данном или на соседних участках;
- изучение планировки и благоустройства участка;
- изучение материалов, относящихся к заложению фундаментов исследуемых зданий и сооружений;
- проходку шурфов, преимущественно вблизи фундаментов;
- бурение скважин с отбором образцов грунта, проб подземных вод и определением их уровня;
- зондирование грунтов;
- испытания грунтов статическими нагрузками;
- исследования грунтов геофизическими методами;
- лабораторные исследования грунтов оснований и подземных вод;
- обследование состояния искусственных свайных оснований и фундаментов.

При обследовании оснований и фундаментов:

- уточняют инженерно-геологическое строение участка застройки;
- отбирают пробы грунтовых вод для оценки их состава и агрессивности (при необходимости);
- определяют типы фундаментов, их форму в плане, размер, глубину заложения, выявляют выполненные ранее усиления фундаментов и закрепления оснований;
- устанавливают повреждения фундаментов и определяют прочность материалов их конструкций;
- отбирают пробы для лабораторных испытаний материалов фундаментов;
- устанавливают наличие и состояние гидроизоляции.

Расположение и общее число выработок, точек зондирования, необходимость применения геофизических методов, объем и состав физико-механических характеристик грунтов определяют согласно [9] в зависимости от размеров здания или сооружения и сложности инженерно-геологического строения площадки. Для детализации исследования грунтовых условий в местах деформирования зданий и сооружений учитывают также выявленные ранее деформации их конструкций.

В результате обследования грунтов устанавливают соответствие новых данных архивным (при наличии). Выявленные различия в инженерно-геологической и гидрогеологической обстановке и свойствах грунтов используют для выявления причин деформаций и повреждений зданий, разработки прогнозов и учитывают при выборе способов усиления фундаментов или упрочнения основания (при необходимости).

Контрольные шурфы роют в зависимости от местных условий с наружной или внутренней стороны фундаментов. При этом шурфы располагают исходя из следующих требований:

- в каждой секции фундамента - по одному шурфу у каждого вида конструкции в наиболее нагруженном и ненагруженном участках;
- при наличии зеркальных или повторяющихся (по плану и контурам) секций - в одной секции отрываются все шурфы, а в остальных - один-два шурфа в наиболее нагруженных местах;
- в местах, где предполагают установить дополнительные промежуточные опоры, в каждой секции отрывают по одному шурфу;
- дополнительно отрывают для каждого строения два-три шурфа в наиболее нагруженных местах с противоположной стороны стены, там, где имеется выработка.

При наличии деформаций стен и фундаментов шурфы в этих местах роют обязательно, при этом в процессе работы назначают дополнительные шурфы

для определения границ слабых грунтов оснований или границ фундаментов, находящихся в неудовлетворительном состоянии.

Глубина шурфов, расположенных около фундаментов, должна превышать глубину заложения подошвы на 0,5-1 м.

Длина обнажаемого участка фундамента должна быть достаточной для определения типа и оценки состояния его конструкций.

Оборудование, способы проходки и крепления выработок (скважин) инженерно-геологического назначения выбирают в зависимости от геологических условий и условий подъезда транспорта, наличия коммуникаций, стесненности площадки, свойств грунтов, поперечных размеров шурфов и глубины выработки.

Для исследования грунтов ниже подошвы фундаментов бурят скважину со дна шурфа.

Число разведочных выработок (скважин) устанавливают заданием и программой инженерно-геологических работ.

Глубину заложения выработок назначают исходя из глубины активной зоны основания, конструктивных особенностей здания и сложности геологических условий.

Физико-механические характеристики грунтов определяют по образцам, отбираемым в процессе обследования. Число и размеры образцов грунта должны быть достаточными для проведения комплекса лабораторных испытаний по ГОСТ 30416.

Интервалы определения характеристик по глубине, число частных определений деформационных и прочностных характеристик грунтов должны быть достаточны для вычисления их нормативных и расчетных значений по. Отбор образцов грунта, их упаковка, хранение и транспортирование в соответствии с ГОСТ 12071.

Результаты инженерно-геологических изысканий в соответствии с и должны содержать данные, необходимые для:

- определения свойств грунтов оснований для возможности надстройки дополнительных этажей, устройства подвалов и т.п.;
- выявления причин дефектов и повреждений и определения мероприятий по усилению оснований, фундаментов, надфундаментных конструкций;
- выбора типа гидроизоляции подземных конструкций, подвальных помещений;
- установления вида и объема водопонижающих мероприятий на площадке.

Материалы инженерно-геологического обследования представляют в виде геолого-литологического разреза основания. Классификацию грунтов проводят в соответствии с ГОСТ 25100. Слои грунтов должны иметь высотные привязки. В процессе проведения обследования ведут рабочий журнал, который должен содержать все условия проходки, атмосферные условия, схемы конструкций фундаментов, размеры и расположения шурфов и т.д.

Ширину подошвы фундамента и глубину его заложения следует определять натурными обмерами. В наиболее нагруженных участках ширину подошвы определяют в двусторонних шурфах, в менее нагруженных - допускается принимать симметричное развитие фундамента по размерам, определенным в одностороннем шурфе. Глубину заложения фундаментов определяют с применением соответствующих средств измерений.

Оценку прочности материалов фундаментов проводят неразрушающими методами или лабораторными испытаниями. Пробы материалов фундаментов для лабораторных испытаний отбирают в случаях, если их прочность является решающей при определении возможности дополнительной нагрузки или при обнаружении разрушения материала фундамента.

При осмотре фундаментов фиксируют:

- трещины в конструкциях (поперечные, продольные, наклонные и др.);
- оголения арматуры;

- вывалы бетона и каменной кладки, каверны, раковины, повреждения защитного слоя, выявленные участки бетона с изменением его цвета;
- повреждения арматуры, закладных деталей, сварных швов (в том числе в результате коррозии);
- схемы опирания конструкций, несоответствие площадок опирания сборных конструкций проектным требованиям и отклонения фактических геометрических размеров от проектных;
- наиболее поврежденные и аварийные участки конструкций фундаментов;
- результаты определения влажности материала фундамента и наличие гидроизоляции.

По результатам визуального обследования по степени повреждения и характерным признакам дефектов дают предварительную оценку технического состояния фундаментов. Если результаты визуального обследования окажутся недостаточными для оценки технического состояния фундаментов, проводят детальное (инструментальное) обследование. В этом случае (при необходимости) разрабатывают программу работ по детальному обследованию.

Основными критериями положительной оценки технического состояния фундаментов при визуальном обследовании являются:

- отсутствие неравномерной осадки, соблюдение ее предельных значений;
- сохранность тела фундаментов;
- надежность антикоррозионной защиты, гидроизоляции и соответствие их условиям эксплуатации.

Детальное (инструментальное) обследование оснований и фундаментов в зависимости от поставленных задач, наличия и полноты проектно-технической документации, характера и степени дефектов и повреждений может быть сплошным (полным) или выборочным.

Сплошное обследование проводят, если:

- отсутствует проектная документация;

- обнаружены дефекты конструкций, снижающие их несущую способность;

- проводится реконструкция здания с увеличением нагрузок (в том числе этажности);

- возобновляется строительство, прерванное на срок более трех лет без мероприятий по консервации;

- в однотипных конструкциях обнаружены неодинаковые свойства материалов и (или) изменения условий эксплуатации под воздействием агрессивных сред или обстоятельств в виде техногенных процессов и пр.

Выборочное обследование проводят:

- при необходимости обследования отдельных конструкций;

- в потенциально опасных местах, там, где из-за недоступности конструкций невозможно проведение сплошного обследования.

При инструментальном обследовании состояния фундаментов определяют:

- прочность и водопроницаемость бетона;

- количество арматуры, ее площадь и профиль;

- толщину защитного слоя бетона;

- степень и глубину коррозии бетона (карбонизация, сульфатизация, проникание хлоридов и т.д.);

- прочность материалов каменной кладки;

- наклоны, перекосы и сдвиги элементов конструкций;

- степень коррозии стальных элементов и сварных швов;

- деформации основания;

- осадки, крены, прогибы и кривизну фундаментов;

- необходимые характеристики грунтов, уровень подземных вод и их химический состав (если эти сведения отсутствуют в инженерно-геологических данных).

При обследовании зданий и сооружений вблизи источников динамических нагрузок, вызывающих колебания прилегающих к ним участков основания, проводят вибрационные обследования.

Вибрационные обследования проводят в целях получения фактических данных об уровнях колебаний грунта и конструкций фундаментов зданий и сооружений при наличии динамических воздействий от:

- оборудования, установленного или планируемого к установке вблизи здания (сооружения);
- проходящего наземного или подземного транспорта вблизи здания (сооружения);
- строительных работ, проводимых вблизи здания (сооружения);
- других источников вибраций, расположенных вблизи здания (сооружения).

По результатам вибрационного обследования фундаментов делают вывод о допустимости имеющихся вибраций для безопасной эксплуатации здания (сооружения).

После окончания шурфования и бурения выработки должны быть тщательно засыпаны с послойным трамбованием и восстановлением покрытия. Во время рытья шурфов и обследования необходимо принимать меры, предотвращающие попадание в шурфы поверхностных вод.

Краткая характеристика конструкций. В зависимости от конструктивной схемы здания наружные стены могут быть несущими, самонесущими и навесными. Наружные стены изготавливают из различных материалов и конструкций: легких бетонов (кирпича, полистиролбетона), одно-, двух- и трехслойных панелей. Зачастую наружные стены оштукатуривают и окрашивают.

Повреждения наружных стен могут происходить как от силовых воздействий, так и под влиянием внешней среды. Исходя из требований к

наружным стенам, как к несущим и ограждающим элементам, их повреждениями в эксплуатации могут быть:

- потеря несущей способности (из-за перегрузки от постепенного накопления повреждений или аварийных повреждений — взрыв, просадка грунта, землетрясение, ошибок в проекте). Для определения причин разрушения необходимо определить характеристики материала, конструкцию узлов, соответствие проекту, проверить статическую схему нагрузки до и после разрушения элемента;

- трещины (из-за роста напряжений на отдельных участках элемента, осадки здания, под воздействием влаги вследствие замораживания и оттаивания, коррозии арматуры и закладных частей, несоблюдения технологии штукатурных работ). Для определения причин проводят визуальный осмотр, выявляют дефектные участки, фиксируют направление трещин, измеряют ширину их раскрытия, ставят маяки для наблюдения за динамикой их развития. Выявляют по характеру расположения трещин причину их появления. Различают трещины осадочные, усадочные, температурные, коррозионные и др. Кроме характера самих трещин выявляют признаки, подтверждающие воздействие того или иного фактора. Усадочные трещины имеют вид беспорядочной сетки на поверхности стены; при ширине раскрытия усадочных трещин не более 0,3 мм состояние конструкции считается удовлетворительным. Для выявления причин силовых трещин необходимо проверить соответствие фактических нагрузок проектным, а также определить прочность материала стены. Температурные трещины возникают при больших перепадах температуры стены, а связи в панелях препятствуют перемещению. При отсутствии температурных швов трещины возникают в перемычках и простенках, а также в углах оконных проемов. С помощью приборов систематически замеряя температуру и раскрытие трещины, выявляют изменение ширины раскрытия от температуры. Коррозионные трещины образуются в защитном слое панели вследствие больших растягивающих

напряжений в бетоне, развивающихся из-за накопления ржавчины на поверхности арматуры. Наличие коррозионных трещин свидетельствует об агрессивности среды и может привести к полному разрушению защитного слоя. Вследствие повреждений панелей может измениться схема приложения нагрузок. С уменьшением толщины панели увеличивается ее гибкость, поэтому следует провести проверку на продольный изгиб. При дефектах монтажа или вследствие разрушения опорных участков стены увеличивается эксцентриситет приложения продольной силы. При таком дефекте также проводят проверочный расчет;

- отклонения от вертикали — выявляются инструментальным способом;
- протечки стен и стыков — свидетельствуют об имеющихся трещинах в панелях, стыках, сопряжении или неплотном примыкании оконных блоков к проемам. Для определения причин проводятся следующие работы: выявляют участки с повышенной воздухопроницаемостью; отбирают пробы материала стены для определения влажности; вскрывают конструкцию для оценки состояния арматуры и закладных деталей в местах увлажнения, оценивают состояние герметизирующих материалов;
- промерзание стен и стыков — является следствием недостаточного утепления, оседания утеплителя, нарушения его структуры под действием температурно-влажностных деформаций; в панельных зданиях за счет устройства ребер жесткости из материала более плотного, чем это предусмотрено проектом, а также наличия теплопроводных включений; переувлажнения (повышенная начальная или эксплуатационная влажность); протечек; нарушения теплоизоляции чердачного перекрытия. Для выявления причин необходимо: провести зондирование дефектов на стене или стыке с отбором проб для оценки структуры и влажности материала и толщины слоев, выполнить вскрытие промерзающих участков для оценки состояния узлов сопряжения панелей, определить сопротивление теплопередаче поврежденного элемента и сравнить его с требуемым по нормам.

Краткая характеристика конструкций. В зависимости от принятых конструктивных схем перекрытия опираются на продольные или поперечные стены, а также на железобетонные ригели, металлические или деревянные прогоны. В массовом полносборном строительстве применяют многопустотные настилы с обычной или предварительно напряженной арматурой толщиной 160— 220 мм. Другим видом являются плиты размером на комнату, их изготавливают сплошными одно- и многослойными, ребристыми, с ребрами, обращенными вверх или вниз. Толщина таких плит 120, 140, 160 мм. Ребристые плиты с ребрами вверх изготавливают с ребрами в двух направлениях и применяют чаще всего в чердачных перекрытиях. Плиты с ребрами вниз чаще применяют в перекрытиях с отдельными потолком. В ряде конструкций укладывают две плиты: ребрами вверх и ребрами вниз, образуя гладкий пол и потолок.

Повреждения междуэтажных перекрытий приводят к снижению прочности, трещиностойкости, развитию деформаций, нарушению звукоизоляции, а чердачных и подвальных — к протечкам и промерзаниям. К дефектам перекрытий можно отнести:

- потерю несущей способности вследствие перегрузки или аварийных воздействий;
- прогибы, свидетельствующие о снижении жесткости или проявлении отдельных скрытых дефектов плит. Для выявления причин измеряют прогибы, выявляют трещины, их направление, измеряют ширину раскрытия трещин, определяют положение рабочей арматуры и прочность бетона, обследуют верхнюю поверхность плиты в целях выявления дополнительных нагрузок. Для фиксации динамики роста прогибов проводят повторные замеры через каждые шесть месяцев;
- трещины с шириной раскрытия более 0,3 мм не сопровождаются прогибами. Необходимо оценить вскрытием состояние бетона и арматуры, особенно в помещениях с повышенной влажностью (кухни, санузлы).

Определить характер трещин: усадочные, коррозионные или силовые. Силовые трещины могут быть от неравномерной осадки фундамента, связаны с деформациями здания. Особо опасны трещины поперек рабочего пролета балочных плит;

- понижение звукоизоляции из-за образования трещин или разрушения звукоизоляционных прокладок. При обследовании следует определить показатель звукоизоляции дефектных конструкций от ударного звука;

- протечки и промерзания крыш. Выявляются визуальным осмотром, измерением уклона, взятием пробы утеплителя с проверкой его толщины, плотности и влажности.

Краткая характеристика конструкций. Наибольшее распространение получили сборные железобетонные конструкции балконов и лоджий. Консольные плиты балконов жестко заделывают в стену путем сварки закладных деталей и защемления стеновыми панелями верхних этажей. Длина плит 3—3,5 м, вынос 80—110 см, толщина 8—14 см. Плита лоджии опирается на боковые стенки, а в некоторых типах домов защемлена в наружную стену. Размеры плит 3—6,5 м, ширина 120 см, толщина 14—22 см. Козырьки над входами представляют собой железобетонную сплошную или ребристую плиту, заделываемую консольно в стену или опирающуюся на боковые стенки. Лестницы выполняются из укрупненных железобетонных элементов маршей и площадок. В старых домах они выполнены из наборных ступеней по металлическим косоурам. Ширина маршей 1 — 1,2 м. Ступени устраивают сплошными или с накладными проступями. Лестничные площадки в полносборных зданиях выполняют шириной 1,2— 1,4 м с ребрами по контуру и толщиной 15—20 см с высотой ребра до 30 см, с облицовкой керамической плиткой.

При обследовании балконов и других выступающих частей необходимо выявить и измерить деформации, ширину раскрытия трещин, протечки и промерзания в местах примыкания к стенам. При необходимости провести

вскрытия для оценки состояния арматуры и бетона, определить несущую способность плиты. Для оценки состояния лестниц осмотреть заделку лестничных площадок в стены, опор лестничных маршей, заделку ограждения, выявить трещины на поверхности площадок и маршей, определить их характер и измерить ширину раскрытия. Для лестничных маршей, имеющих трещины, измерить прогиб. Характер трещин балконных плит аналогичен характеру трещин перекрытий. Особое внимание следует обращать на трещины, расположенные поперек рабочего пролета плиты, а для консольных балконных плит — на трещины в местах заделки плиты в стену.

1.2.3. Методы визуального контроля, наблюдение за трещинами, деформациями.

Обследование строительных конструкций зданий и сооружений проводится, как правило, в три связанных между собой этапа:

- подготовка к проведению обследования;
- предварительное (визуальное) обследование;
- детальное (инструментальное) обследование.

Состав работ и последовательность действий по обследованию конструкций независимо от материала, из которого они изготовлены, на каждом этапе включают:

- Подготовительные работы:
 - ознакомление с объектом обследования, его объемно-планировочным и конструктивным решением, материалами инженерно-геологических изысканий;
 - подбор и анализ проектно-технической документации;
 - составление программы работ (при необходимости) на основе полученного от заказчика технического задания. Техническое задание разрабатывается заказчиком или проектной организацией и, возможно, с участием исполнителя обследования. Техническое

задание утверждается заказчиком, согласовывается исполнителем и, при необходимости, проектной организацией - разработчиком проекта задания.

- Предварительное (визуальное) обследование:

- сплошное визуальное обследование конструкций зданий и выявление дефектов и повреждений по внешним признакам с необходимыми замерами и их фиксация.

- Детальное (инструментальное) обследование:

- работы по обмеру необходимых геометрических параметров зданий, конструкций, их элементов и узлов, в том числе с применением геодезических приборов;
- инструментальное определение параметров дефектов и повреждений;
- определение фактических прочностных характеристик материалов основных несущих конструкций и их элементов;
- измерение параметров эксплуатационной среды, присущей технологическому процессу в здании и сооружении;
- определение реальных эксплуатационных нагрузок и воздействий, воспринимаемых обследуемыми конструкциями с учетом влияния деформаций грунтового основания;
- определение реальной расчетной схемы здания и его отдельных конструкций;
- определение расчетных усилий в несущих конструкциях, воспринимающих эксплуатационные нагрузки;
- расчет несущей способности конструкций по результатам обследования;
- камеральная обработка и анализ результатов обследования и поверочных расчетов;
- анализ причин появления дефектов и повреждений в конструкциях;

- составление итогового документа (акта, заключения, технического расчета) с выводами по результатам обследования;
- разработка рекомендаций по обеспечению требуемых величин прочности и деформативности конструкций с рекомендуемой, при необходимости, последовательностью выполнения работ.

Некоторые из перечисленных работ могут не включаться в программу обследования в зависимости от специфики объекта обследования, его состояния и задач, определенных техническим заданием.

Подготовка к проведению обследований предусматривает ознакомление с объектом обследования, проектной и исполнительной документацией на конструкции и строительство здания, с документацией по эксплуатации и имевшим место ремонтам, перепланировкам и реконструкции, с результатами предыдущих обследований

По проектной документации устанавливают проектную организацию - автора проекта, год его разработки, конструктивную схему здания, сведения о примененных в проекте конструкциях, монтажные схемы сборных элементов, время их изготовления и возведения здания, геометрические размеры здания, его элементов и конструкций, расчетные схемы, проектные нагрузки, характеристики бетона, металла, камня и прочее.

По данным об изготовлении конструкций и возведении зданий устанавливают наименования строительных организаций, осуществляющих строительство, поставщиков материалов и конструкций, сертификаты и паспорта изделий и материалов, данные об имевших место заменах и отступлениях от проекта.

По материалам и сведениям, характеризующим эксплуатацию конструкций здания и эксплуатационные воздействия, вызвавшие необходимость проведения обследования, устанавливают характер внешнего воздействия на конструкции, данные об окружающей среде, данные о проявившихся при эксплуатации дефектах, повреждениях и прочее.

На этапе подготовки к обследованию на основании технического задания, при необходимости, составляют программу работ по обследованию, в которой указывают: цели и задачи обследования; перечень подлежащих обследованию строительных конструкций и их элементов; места и методы инструментальных измерений и испытаний; места вскрытий и отбора проб материалов, исследований образцов в лабораторных условиях; перечень необходимых поверочных расчетов и т.д.

Большинство работ по обследованию проводят в непосредственной близости к конструкциям, поэтому на подготовительном этапе решают вопросы обеспечения доступа к конструкциям.

Визуальное обследование проводят для предварительной оценки технического состояния строительных конструкций по внешним признакам и для определения необходимости в проведении детального инструментального обследования.

Основой предварительного обследования является осмотр здания или сооружения и отдельных конструкций с применением измерительных инструментов и приборов (бинокли, фотоаппараты, рулетки, штангенциркули, щупы и прочее).

При визуальном обследовании выявляют и фиксируют видимые дефекты и повреждения, производят контрольные обмеры, делают описания, зарисовки, фотографии дефектных участков, составляют схемы и ведомости дефектов и повреждений с фиксацией их мест и характера. Проводят проверку наличия характерных деформаций здания или сооружения и их отдельных строительных конструкций (прогибы, крены, выгибы, перекосы, разломы и т.д.). Устанавливают наличие аварийных участков, если таковые имеются.

По результатам визуального обследования делается предварительная оценка технического состояния строительных конструкций, которое определяется по степени повреждения и по характерным признакам дефектов. Зафиксированная картина дефектов и повреждений (например: в

железобетонных и каменных конструкциях - схема образования и развития трещин; в деревянных - места биоповреждений; в металлических - участки коррозионных повреждений) может позволить выявить причины их происхождения и быть достаточной для оценки состояния конструкций и составления заключения. Если результаты визуального обследования окажутся недостаточными для решения поставленных задач, то проводят детальное инструментальное обследование. В этом случае, при необходимости, разрабатывается программа работ по детальному обследованию.

Если при визуальном обследовании будут обнаружены дефекты и повреждения, снижающие прочность, устойчивость и жесткость несущих конструкций сооружения (колонн, балок, ферм, арок, плит покрытий и перекрытий и прочих), то необходимо перейти к детальному обследованию.

В случае выявления признаков, свидетельствующих о возникновении аварийной ситуации, необходимо незамедлительно разработать рекомендации по предотвращению возможного обрушения.

При обнаружении характерных трещин, перекосов частей здания, разломов стен и прочих повреждений и деформаций, свидетельствующих о неудовлетворительном состоянии грунтового основания, необходимо проведение инженерно-геологического исследования, по результатам которого может потребоваться не только восстановление и ремонт строительных конструкций, но и укрепление оснований и фундаментов.

1.2.4. Методы инструментального разрушающего и неразрушающего контроля физико-механических свойств, приборы и инструменты.

Детальное инструментальное обследование в зависимости от поставленных задач, наличия и полноты проектно-технической документации, характера и степени дефектов и повреждений может быть сплошным (полным) или выборочным.

Сплошное обследование проводят, когда:

- отсутствует проектная документация;
- обнаружены дефекты конструкций, снижающие их несущую способность;
- проводится реконструкция здания с увеличением нагрузок (в том числе этажности);
- возобновляется строительство, прерванное на срок более трех лет без мероприятий по консервации;
- в однотипных конструкциях обнаружены неодинаковые свойства материалов, изменения условий эксплуатации под воздействием агрессивных среды или обстоятельств типа техногенных процессов и пр.

Выборочное обследование проводят:

- при необходимости обследования отдельных конструкций;
- в потенциально опасных местах, где из-за недоступности конструкций невозможно проведение сплошного обследования.

Если в процессе сплошного обследования обнаруживается, что не менее 20% однотипных конструкций, при общем их количестве более 20, находятся в удовлетворительном состоянии, а в остальных конструкциях отсутствуют дефекты и повреждения, то допускается оставшиеся непроверенные конструкции обследовать выборочно. Объем выборочно обследуемых конструкций должен определяться конкретно (во всех случаях не менее 10% однотипных конструкций, но не менее трех).

Целью обмерных работ является уточнение фактических геометрических параметров строительных конструкций и их элементов, определение их соответствия проекту или отклонение от него. Инструментальными измерениями уточняют пролеты конструкций, их расположение и шаг в плане, размеры поперечных сечений, высоту помещений, отметки характерных узлов, расстояния между узлами и т.д. По результатам измерений составляют планы с фактическим расположением конструкций, разрезы зданий, чертежи рабочих

сечений несущих конструкций и узлов сопряжений конструкций и их элементов.

Для обмерных работ, по мере необходимости, применяются измерительные инструменты: линейки, рулетки, стальные струны, штангенциркули, нутромеры, щупы, шаблоны, угломеры, уровни, отвесы, лупы, измерительные микроскопы, а в случае необходимости используют специальные измерительные приборы: нивелиры, теодолиты, дальномеры, различные дефектоскопы и прочее, а также применяют фотограмметрию. Все применяемые инструменты и приборы должны быть поверены в установленном порядке.

При обследовании конструкций, независимо от их материала, проводят следующие обмерные работы:

- уточняют разбивочные оси сооружения, его горизонтальные и вертикальные размеры;
- проверяют пролеты и шаг несущих конструкций;
- замеряют основные геометрические параметры несущих конструкций;
- определяют фактические размеры расчетных сечений конструкций и их элементов и проверяют их соответствие проекту;
- определяют формы и размеры узлов стыковых сопряжений элементов и их опорных частей, проверяют их соответствие проекту;
- проверяют вертикальность и соосность опорных конструкций, наличие и местоположение стыков, мест изменения сечений;
- замеряют прогибы, изгибы, отклонения от вертикали, наклоны, выпучивания, перекосы, смещения и сдвиги.

Кроме перечисленного:

- в железобетонных конструкциях определяют наличие, расположение, количество и класс арматуры, признаки коррозии арматуры и закладных деталей, а также состояние защитного слоя;

- в железобетонных и каменных конструкциях определяют наличие трещин и измеряют величину их раскрытия;

- в металлических конструкциях проверяют прямолинейность сжатых стержней, наличие соединительных планок, состояние элементов с резкими изменениями сечений, фактическую длину, катет и качество сварных швов, размещение, количество и диаметр заклепок или болтов, наличие специальной обработки и пригонки кромок и торцов;

- в деревянных конструкциях фиксируют наличие искривлений и коробления элементов, разрывов в поперечных сечениях элементов или трещин по их длине, наличие и размеры участков биологического поражения.

В бетонных и железобетонных конструкциях прочность бетона определяют механическими методами неразрушающего контроля по ГОСТ 22690, ультразвуковым методом по ГОСТ 17624, а также методами определения прочности по образцам, отобранным из конструкций, по ГОСТ 28570 и ГОСТ 22690.

До определения прочности бетона целесообразно предварительно любым оперативным (экспертным) методом (молотком Физделя, ультразвуковым поверхностным прозвучиванием и пр.) обследовать бетон по его поверхности в расчетных сечениях конструкций и их элементов с целью выявления возможного наличия зон с различающейся прочностью бетона. Участки испытания бетона при определении прочности в группе однотипных конструкций или в отдельной конструкции должны располагаться:

- в местах наименьшей прочности бетона, предварительно определенной экспертным методом;

- в зонах и элементах конструкций, определяющих их несущую способность;

- в местах, имеющих дефекты и повреждения, которые могут свидетельствовать о пониженной прочности бетона (повышенная пористость,

коррозионные повреждения, температурное растрескивание бетона, изменение его цвета и пр.).

Число участков при определении прочности бетона следует принимать не менее:

3 - при определении прочности зоны или средней прочности бетона конструкции;

6 - при определении средней прочности и коэффициента изменчивости бетона конструкции;

9 - при определении прочности бетона в группе однотипных конструкций.

Число однотипных конструкций, в которых оценивается прочность бетона, определяется программой обследования и принимается не менее трех.

Фактическая прочность бетона в конструкциях, определенная неразрушающими методами или испытанием отобранных от конструкции образцов, является необходимым фактором для получения расчетных характеристик бетона.

В практике обследования в ряде случаев, помимо оценки прочности бетона, может потребоваться определение и других его характеристик.

Определение плотности, влажности, водопоглощения, пористости и водонепроницаемости бетона следует проводить по ГОСТ 12730.0 - ГОСТ 12730.5.

Морозостойкость бетона определяют испытанием отобранных от конструкций образцов по ГОСТ 10060.

Щелочность бетона определяют по значению рН поровой жидкости в соответствии с ГОСТ 5382.

Состав и структуру бетона определяют специальными методами химического, физико-химического и микроскопического анализа бетона.

Для определения температуры нагрева бетона при пожаре используют методы дифференциально-термического анализа и контроля изменения пористости цементного камня и его цвета.

Для проверки и определения системы армирования железобетонной конструкции (расположения арматурных стержней, их диаметра, толщины защитного слоя бетона) используют:

магнитный метод по ГОСТ 22904;

радиационный метод по ГОСТ 17625 (применяемый в случаях необходимости);

контрольное вскрытие бетона с обнажением арматуры для непосредственного замера диаметра и количества стержней, оценки класса арматурной стали по рисунку профиля и определения остаточного сечения стержней, подвергшихся коррозии.

Число конструкций, в которых определяются диаметр, количество и расположение арматуры, определяется программой обследования и принимается не менее трех.

Размеры повреждений арматуры и закладных деталей определяют по снимкам, полученным с помощью радиационного метода или после вскрытия арматуры.

Для определения фактической прочности арматуры из конструкции, где это возможно без ее ослабления, вырезают образцы и испытывают по ГОСТ 12004.

При определении прочности арматуры по данным механических испытаний число стержней одного диаметра и одного профиля, вырезанное из однотипных конструкций, должно быть не менее трех. Стержни должны вырезаться из сечений конструкций, в которых несущая способность без вырезанных стержней обеспечивается.

Допускается ориентировочное определение прочности арматуры по рисунку профиля стержней, определяемому после ее вскрытия или по данным испытаний радиационным методом по ГОСТ 17625.

При ориентировочном определении прочности арматуры по рисунку профиля стержней количество участков, в которых определяется профиль

стержней одного и того же диаметра в однотипных конструкциях, должно быть не менее пяти.

В связи с тем, что арматурные стали одной марки или класса имели в действовавших в разные годы нормативных документах разные величины нормативных и расчетных сопротивлений, при обследовании необходимо определять годы проектирования и постройки здания или сооружения.

Если определение класса арматуры проводится по проектным данным (имеются чертежи конструкций с данными по классу арматуры или маркам примененной стали) без отбора и испытания образцов арматуры, то нормативные и расчетные сопротивления арматуры конструкций определяют согласно действовавшим ранее нормативным документам.

Определение типов и контроль качества сварных соединений арматуры на соответствие их ГОСТ 14098 производятся после вскрытия арматуры путем визуального осмотра и измерения геометрических параметров ультразвуковым методом по ГОСТ 23858 или радиационным методом по ГОСТ 17625, а также путем механических испытаний вырезанных образцов по ГОСТ 57997.

Контроль сварных соединений закладных деталей производится в соответствии с ГОСТ 57997, радиационным методом по ГОСТ 17625, ультразвуковым методом или визуально.

При обследовании конструкций, подвергшихся воздействию пожара, для получения достоверных данных рекомендуется установить:

- время обнаружения пожара;
- зону распространения пожара и время интенсивного горения;
- температуру в помещениях во время пожара;
- место нахождения очага пожара;
- средства тушения пожара;
- максимальную температуру нагрева бетона, арматуры, закладных деталей и сварных соединений;
- распределение температуры по участкам конструкций во время пожара.

Неразрушающие механические методы применяют для определения прочности бетона на сжатие в установленном проектной документацией промежуточном и проектном возрасте и в возрасте, превышающем проектный, при обследовании конструкций.

Неразрушающие механические методы определения прочности бетона, установленные настоящим стандартом, подразделяют по виду механического воздействия или определяемой косвенной характеристики на метод:

- упругого отскока;
- пластической деформации;
- ударного импульса;
- отрыва;
- отрыва со скалыванием;
- скалывания ребра.

Неразрушающие механические методы определения прочности бетона основаны на связи прочности бетона с косвенными характеристиками прочности:

- метод упругого отскока на связи прочности бетона со значением отскока бойка от поверхности бетона (или прижатого к ней ударника);

- метод пластической деформации на связи прочности бетона с размерами отпечатка на бетоне конструкции (диаметра, глубины и т.п.) или соотношения диаметра отпечатка на бетоне и стандартном металлическом образце при ударе индентора или вдавливании индентора в поверхность бетона;

- метод ударного импульса на связи прочности бетона с энергией удара и ее изменениями в момент соударения бойка с поверхностью бетона;

- метод отрыва на связи напряжения, необходимого для местного разрушения бетона при отрыве приклеенного к нему металлического диска, равного усилию отрыва, деленному на площадь проекции поверхности отрыва бетона на плоскость диска;

- метод отрыва со скалыванием на связи прочности бетона со значением усилия местного разрушения бетона при вырыве из него анкерного устройства;
- метод скалывания ребра на связи прочности бетона со значением усилия, необходимого для скалывания участка бетона на ребре конструкции.

В общем случае неразрушающие механические методы определения прочности бетона являются косвенными неразрушающими методами определения прочности. Прочность бетона в конструкциях определяют по экспериментально установленным градуировочным зависимостям.

Метод испытания следует выбирать с учетом данных, приведенных в таблице 1.3., и дополнительных ограничений, установленных производителями конкретных средств измерений. Применение методов за пределами рекомендуемых в таблице 1.3. диапазонов прочности бетона допускается при научно-техническом обосновании по результатам исследований с использованием средств измерений, прошедших метрологическую аттестацию для расширенного диапазона прочности бетона.

Таблица 1.3.

Неразрушающие методы определения прочности бетона

Наименование метода	Предельные значения прочности бетона, МПа
Упругий отскок и пластическая деформация	5-50
Ударный импульс	5-150
Отрыв	5-60
Скалывание ребра	10-70
Отрыв со скалыванием	5-100

Определение прочности тяжелых бетонов проектных классов В60 и выше или при средней прочности бетона на сжатие ГОСТ 22690-2015 Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля 70 МПа в монолитных конструкциях необходимо проводить с учетом положений ГОСТ 31914.

Прочность бетона определяют на участках конструкций, не имеющих видимых повреждений (отслоение защитного слоя, трещины, каверны и т.п.).

Возраст бетона контролируемых конструкций и ее участков не должен отличаться от возраста бетона конструкций (участков, образцов), испытанных для установления градуировочной зависимости, более чем на 25%. Исключениями являются контроль прочности и построение градуировочной зависимости для бетона, возраст которого превышает два месяца. В этом случае различие в возрасте отдельных конструкций (участков, образцов) не регламентируется.

Испытания проводят при положительной температуре бетона. Допускается проводить испытания при отрицательной температуре бетона, но не ниже минус 10°C, при установлении или привязке градуировочной зависимости с учетом требований 6.2.4. Температура бетона при испытаниях должна соответствовать температуре, предусмотренной условиями эксплуатации приборов.

Градуировочные зависимости, установленные при температуре бетона ниже 0°C, не допускается применять при положительных температурах.

При необходимости проведения испытаний бетона конструкций после тепловой обработки при температуре поверхности ГОСТ 22690-2015 Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля 40°C (для контроля отпускной, передаточной и распалубочной прочности бетона) градуировочную зависимость устанавливают после определения прочности бетона в конструкции косвенным неразрушающим методом при температуре ГОСТ 22690-2015 Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля (ГОСТ 22690-2015 Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля ± 10)°C, а испытания бетона прямым неразрушающим методом или испытания образцов - после остывания при нормальной температуре.

Проведение испытаний. Число и расположение контролируемых участков в конструкциях должны соответствовать требованиям ГОСТ 18105 и указываться в проектной документации на конструкции или устанавливаться с учетом:

- задач контроля (определение фактического класса бетона, распалубочной или отпускной прочности, выявление участков пониженной прочности и т.п.);
- вида конструкции (колонны, балки, плиты и др.);
- размещения захваток и порядка бетонирования;
- армирования конструкций.

Правила назначения числа участков испытаний монолитных и сборных конструкций при контроле прочности бетона приведены в приложении И. При определении прочности бетона обследуемых конструкций число и расположение участков должны приниматься по программе проведения обследования.

Испытания проводят на участке конструкции площадью от 100 до 900 см² ГОСТ 22690-2015 Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля.

Общее число измерений на каждом участке, расстояние между местами измерений на участке и от края конструкции, толщина конструкций на участке измерений должны быть не менее значений, приведенных в таблице 2 в зависимости от метода испытаний.

Отклонение отдельных результатов измерений на каждом участке от среднего арифметического значения результатов измерений для данного участка не должно превышать 10%. Результаты измерений, не удовлетворяющие указанному условию, не учитывают при вычислении среднего арифметического значения косвенного показателя для данного участка. Общее число измерений на каждом участке при вычислении среднего арифметического должно соответствовать требованиям таблицы 1.4.

Прочность бетона в контролируемом участке конструкции определяют по среднему значению косвенного показателя по градуировочной зависимости, при условии, что вычисленное значение косвенного показателя находится в пределах установленной (или привязанной) зависимости (между наименьшим и наибольшим значениями прочности).

Таблица 1.4.

Требования к участкам испытаний

Наименование метода	Общее число измерений на участке	Минимальное расстояние между местами измерений на участке, мм	Минимальное расстояние от края конструкции до места измерения, мм	Минимальная толщина конструкции, мм
Упругий отскок	9	30	50	100
Ударный импульс	10	15	50	50
Пластическая деформация	5	30	50	70
Скалывание ребра	2	200	-	170
Отрыв	1	2 диаметра диска	50	50
Отрыв со скалыванием при рабочей глубине заделки анкера $h: \geq 40\text{мм} < 40\text{мм}$	1 2	5h	150	2h

Шероховатость поверхности участка бетона конструкций при испытании методами отскока, ударного импульса, пластической деформации должна соответствовать шероховатости поверхности участков конструкции (или кубов), испытанных при установлении градуировочной зависимости. В необходимых случаях допускается зачищать поверхности конструкции.

При использовании метода пластической деформации при вдавливании, если нулевой отсчет снимают после приложения начальной нагрузки, требований к шероховатости поверхности бетона конструкции не предъявляют.

Метод упругого отскока.

Испытания проводят в следующей последовательности:

- прибор располагают так, чтобы усилие прикладывалось перпендикулярно испытуемой поверхности в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора;

- положение прибора при испытании конструкции относительно горизонтали рекомендуется принимать таким же, как и при установлении градуировочной зависимости. При другом положении прибора необходимо вносить поправку на показатели в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора;

- фиксируют значение косвенной характеристики в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора;

- вычисляют среднее значение косвенной характеристики на участке конструкции.

Метод пластических деформаций.

Испытания проводят в следующей последовательности:

- прибор располагают так, чтобы усилие прикладывалось перпендикулярно испытуемой поверхности в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора;

- при применении сферического индентора для облегчения измерений диаметров отпечатков испытание допускается проводить через листы копировальной и белой бумаги (в этом случае испытания для установления градуировочной зависимости проводят с применением такой же бумаги);

- фиксируют значения косвенной характеристики в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора;

- вычисляют среднее значение косвенной характеристики на участке конструкции.

Метод ударного импульса.

Испытания проводят в следующей последовательности:

- прибор располагают так, чтобы усилие прикладывалось перпендикулярно испытываемой поверхности в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора;

- положение прибора при испытании конструкции относительно горизонтали рекомендуется принимать таким же, как и при испытании при установлении градуировочной зависимости. При другом положении прибора необходимо вносить поправку на показания в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора;

- фиксируют значение косвенной характеристики в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора;

- вычисляют среднее значение косвенной характеристики на участке конструкции.

Метод отрыва.

При испытании методом отрыва участки должны располагаться в зоне наименьших напряжений, вызываемых эксплуатационной нагрузкой или усилием обжатия предварительно напряженной арматуры.

Испытание проводят в следующей последовательности:

- в месте приклейки диска снимают поверхностный слой бетона глубиной 0,5-1 мм и очищают поверхность от пыли;

- диск приклеивают к бетону, прижимая диск и удаляя излишки клея за пределами диска;

- прибор соединяют с диском;

- нагрузку плавно увеличивают со скоростью $(1 \pm 0,3)$ кН/с;

- фиксируют показание силоизмерителя прибора;

- измеряют площадь проекции поверхности отрыва на плоскости диска с погрешностью $\pm 0,5$ см. ГОСТ 22690-2015 Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля;

- определяют значение условного напряжения в бетоне при отрыве как отношение максимального усилия отрыва к площади проекции поверхности отрыва.

Результаты испытаний не учитывают, если при отрыве бетона была обнажена арматура или площадь проекции поверхности отрыва составила менее 80% площади диска.

Метод отрыва со скалыванием.

При испытании методом отрыва со скалыванием участки должны располагаться в зоне наименьших напряжений, вызываемых эксплуатационной нагрузкой или усилием обжатия предварительно напряженной арматуры.

Испытания проводят в следующей последовательности:

- если анкерное устройство не было установлено до бетонирования, то в бетоне выполняют отверстие, размер которого выбирают в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора в зависимости от типа анкерного устройства;

- в отверстие закрепляют анкерное устройство на глубину, предусмотренную инструкцией по эксплуатации прибора, в зависимости от типа анкерного устройства;

- прибор соединяют с анкерным устройством;

- нагрузку увеличивают со скоростью 1,5-3,0 кН/с;

- фиксируют показание силоизмерителя прибора P_0 и величину проскальзывания анкера Δh (разность между фактической глубиной вырыва и глубиной заделки анкерного устройства) с точностью не менее 0,1 мм.

Измеренное значение силы вырыва P_0 умножают на поправочный коэффициент γ , определяемый по формуле:
$$\gamma = \frac{h^2}{(h - \Delta h)^2}$$

где h – рабочая глубина заделки анкерного устройства, мм;

Δh - величина проскальзывания анкера, мм.

Если наибольший и наименьший размеры вырванной части бетона от анкерного устройства до границ разрушения по поверхности конструкции отличаются более чем в два раза, а также, если глубина вырыва отличается от глубины заделки анкерного устройства более чем на 5% ($\Delta h > 0,05 h$, $\gamma > 1,1$), то результаты испытаний допускается учитывать только для ориентировочной оценки прочности бетона.

Примечание - Ориентировочные значения прочности бетона не допускается использовать для оценки класса бетона по прочности и построения градуировочных зависимостей.

Результаты испытания не учитывают, если глубина вырыва отличается от глубины заделки анкерного устройства более чем на 10% ($\Delta h > 0,1 h$) или была обнажена арматура на расстоянии от анкерного устройства, меньшем, чем глубина его заделки.

Метод скалывания ребра.

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

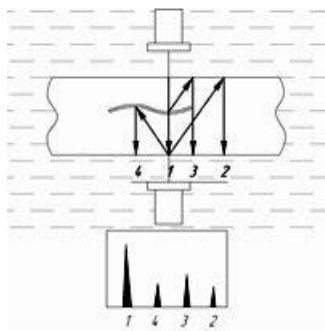
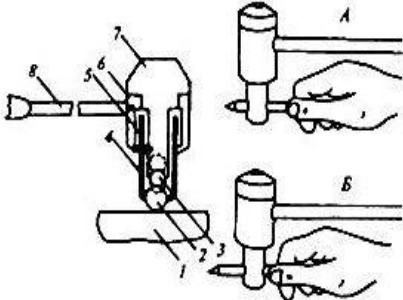
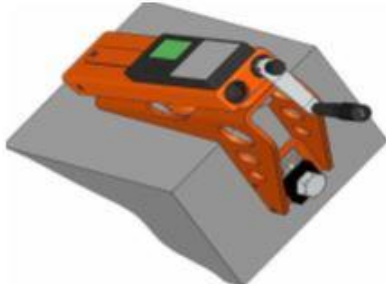
Испытание проводят в следующей последовательности:

- прибор закрепляют на конструкции, прикладывают нагрузку со скоростью не более $(1 \pm 0,3)$ кН/с;
- фиксируют показание силоизмерителя прибора;
- измеряют фактическую глубину скалывания;
- определяют среднее значение усилия скалывания.

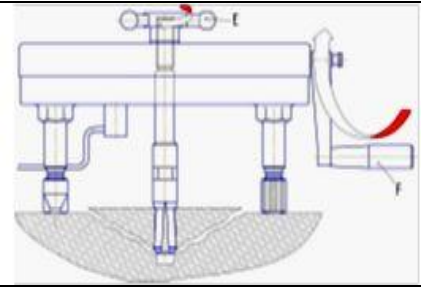
Результаты испытания не учитывают, если при скалывании бетона была обнажена арматура или фактическая глубина скалывания отличалась от заданной более чем на 2 мм.

Таблица 1.5.

Методы контроля прочности бетона

Метод, стандарты, приборы	Схема испытаний
Ультразвуковой ГОСТ 17624. Приборы: УКБ-1, УКБ-1М, УКБ16П, УФ-90ПЦ, Бетон -8-УРП, УК-10П	
Пластические деформации Приборы: КМ, ПМ, ДИГ-4 Упругого отскока Приборы: КМ, склерометр Шмидта ГОСТ 22690	
Пластической деформации. Молоток Кашкарова ГОСТ 22690. Отрыв с дисками ГОСТ 22690-88 Прибор ГПНВ-6	
Скалывание ребра конструкции. ГОСТ 22690 Прибор ГПНС-4 с приспособлением УРС,ОНИКС-СР	

Отрыв со скалыванием
ГОСТ 22690
Приборы: ГПНВ-5,
ГПНС-4, ОНИКС-ОС



Методы неразрушающего контроля.

Нормативная классификация видов и методов неразрушающего контроля содержится в ГОСТ 18353-79. Ниже приводится краткий реферат с описанием основных методов НК, применяемого оборудования и общей информацией по аттестации лабораторий и специалистов в области неразрушающего контроля. Проверить свои знания по методам НК можно пройдя онлайн-тест.

Визуальный и измерительный контроль (ВИК).

Визуальный и измерительный контроль (ВИК) относится к числу наиболее дешевых, быстрых и в тоже время информативных методов неразрушающего контроля. Данный метод является базовыми и предшествует всем остальным методам дефектоскопии.

Внешним осмотром (ВИК) проверяют качество подготовки и сборки заготовок под сварку, качество выполнения швов в процессе сварки, а также качество основного металла. Цель визуального контроля – выявление вмятин, заусенцев, ржавчины, прожогов, наплывов, и прочих видимых дефектов.

Визуальный и измерительный контроль может проводиться с применением простейших измерительных средств, в том числе невооруженным глазом или с помощью визуально-оптических приборов до 20ти кратного увеличения, таких как лупы, эндоскопы и зеркала. Несмотря на техническую простоту, основательный подход к проведению визуального контроля, предусматривает разработку технологической карты - документа, в котором излагаются наиболее рациональные способы и последовательность выполнения работ.

В инструкции содержатся требования к квалификации персонала, средствам и процессу контроля, а также к способам оценки и регистрации его результатов.

Основной набор средств визуального контроля входит в состав набора ВИК, в стандартную комплектацию набора входят: шаблоны сварщика УШС-2 и УШС-3, шаблон Красовского УШК-1, угольник, штангенциркуль, фонарик, маркер по металлу, термостойкий мел, лупа измерительная, набор щупов №4, наборы радиусов №1, №3, рулетка, линейка, зеркало с ручкой. Допускается применение других средств контроля при наличии соответствующих инструкций и методик их применения.

Современные средства визуально-измерительного контроля дают возможность выявления мелких дефектов, обнаружение которых, ранее было ограничено недостаточной мощностью используемых оптических средств. Так, например портативный фотоаппарат-микроскоп X-loupe дает возможность фотосъемки дефектов от 5мкр до 12 мм, с последующей возможностью их измерения и составления информативных фотоотчетов.

Контроль визуальный и измерительный при оценке состояния материала и сварных соединений в процессе эксплуатации технических устройств и сооружений выполняют в соответствии с требованиями руководящих документов (методических указаний) по оценке (экспертизе) конкретных технических устройств и сооружений.

К проведению визуально-измерительного контроля допускаются только квалифицированные специалисты, аттестованные в соответствии с правилами аттестации персонала в области неразрушающего контроля – ПБ 03-440-02. Специалисты НК в зависимости от их подготовки и производственного опыта аттестуются по трем уровням профессиональной квалификации - I, II, III. Согласно ПБ-03-440-02 квалификация 1 уровня не дает права подписи заключений о результатах контроля, такую возможность имеют специалисты II

уровня квалификации и выше. Аттестацию специалистов неразрушающего контроля, проводят независимые органы по аттестации персонала в сфере НК.

При подготовке и аттестации специалистов могут быть дополнительно использованы следующие учебные материалы:

- фотоальбом дефектов сварки с фотографиями и описанием типовых дефектов;
- фотоальбом дефектов основного металла;
- Комплект образцов для обучения и аттестации специалистов по визуальному и измерительному контролю.

Ультразвуковой контроль (УЗК).

Ультразвуковой метод контроля был предложен советским физиком С.Я. Соколовым в 1928 году и в настоящее время является одним из основных методов неразрушающего контроля. Методы ультразвуковой дефектоскопии позволяют производить контроль сварных соединений, сосудов и аппаратов высокого давления, трубопроводов, поковок, листового проката и другой продукции. Ультразвуковой контроль является обязательной процедурой при изготовлении и эксплуатации многих ответственных изделий, таких как части авиационных двигателей, трубопроводы атомных реакторов или железнодорожные рельсы.

По сравнению с другими методами неразрушающего контроля ультразвуковой метод обладает важными преимуществами:

- высокая чувствительность к наиболее опасным дефектам типа трещин и непроваров;
- низкая стоимость;
- безопасность для человека (в отличие от рентгеновской дефектоскопии);
- возможностью вести контроль непосредственно на рабочих местах без нарушения технологического процесса;
- при проведении УЗК исследуемый объект не повреждается;

- возможность проводить контроль изделий из разнообразных материалов, как металлов, так и неметаллов.

К недостаткам ультразвукового метода контроля можно отнести невозможность оценки реального размера и характера дефекта, трудности при контроле металлов с крупнозернистой структурой из-за большого рассеяния и сильного затухания ультразвука, а также повышенные требования к состоянию поверхности контроля (шероховатости и волнистости)

Многообразие задач, возникающих при необходимости проведения неразрушающего контроля различных изделий, привело к разработке и использованию ряда различных акустических методов контроля. Согласно ГОСТ 23829-85 акустические методы контроля делятся на 2 большие группы: использующие излучение и приём акустических колебаний и волн (активные методы) и основанные только на приёме колебаний и волн (пассивные методы).

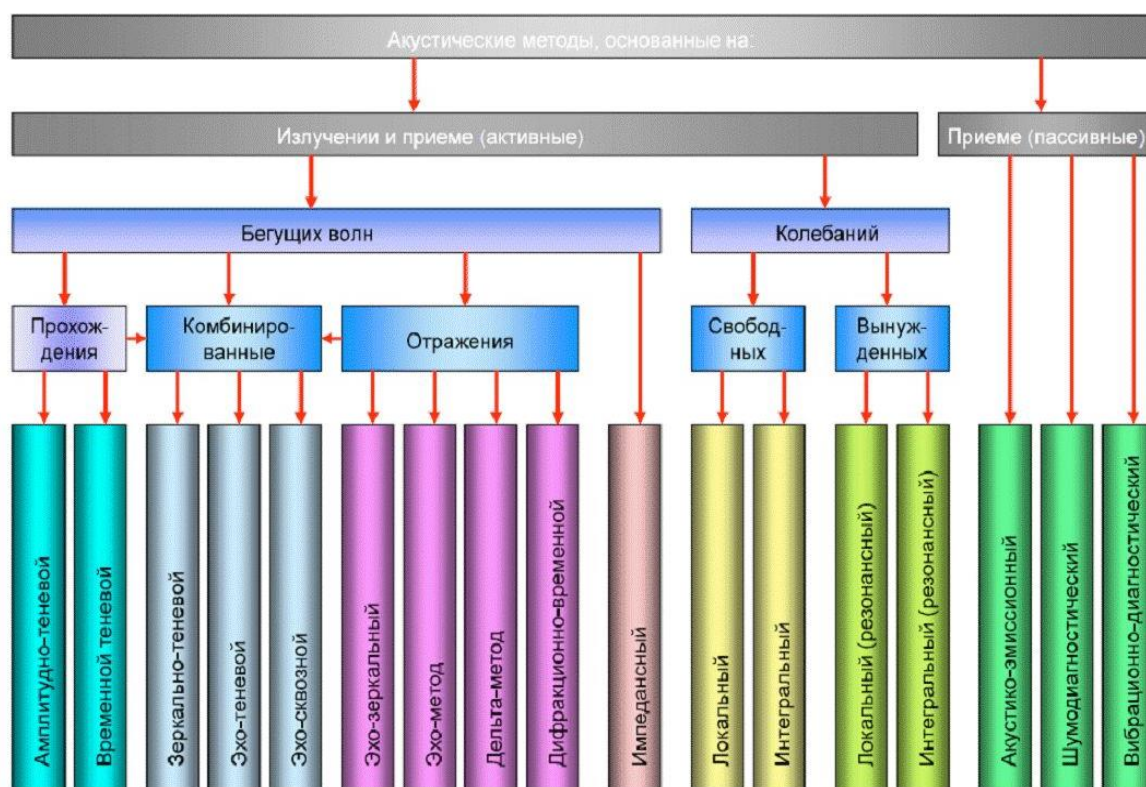


Рис. 1.14. Классификация акустических методов.

Таблица 1.6.

Описание методов

Методы	Описание
--------	----------

Методы прохождения	выявляют глубинные дефекты типа нарушения сплошности, расслоения.
Методы отражения	выявляют дефекты типа нарушения сплошности, определяет их координаты, размеры, ориентацию путём прозвучивания изделия и приёма отраженного от дефекта эхо-сигнала.
Импедансный метод	предназначен для контроля клеевых, сварных и паяных соединений, имеющих тонкую обшивку, приклеенную или припаянную к элементам жёсткости.
Методы свободных колебаний	применяются для обнаружения глубинных дефектов.
Методы вынужденных колебаний (резонансные)	применяются в основном для измерения толщины изделия и для обнаружения зоны коррозионного поражения, расслоений в тонких местах из металлов.
Акустико-эмиссионный метод	обнаруживает и регистрирует только развивающиеся трещины или способные к развитию под действием механической нагрузки (квалифицирует дефекты по степени их опасности во время эксплуатации).

Наиболее широкое распространение в практике ультразвуковой дефектоскопии нашли методы прохождения и отражения (импульсные методы), реже применяют другие методы: резонансный, импедансный и метод акустической эмиссии.

Импульсные методы (прохождения и отражения).

Среди многочисленных методов прохождения и отражения на сегодняшний день наибольшее применение в дефектоскопии нашли: теневой, зеркально-теневой, и эхо-метод. Эхо-метод, в отличии от других, применим при одностороннем доступе к исследуемому объекту, и при этом позволяет определить размеры дефекта, его координаты и характер. В общем случае, суть перечисленных методов заключается в излучении в изделие и последующем принятии отраженных ультразвуковых колебаний с помощью специального оборудования - ультразвукового дефектоскопа и пьезоэлектрического преобразователя (ПЭП) и дальнейшем анализе полученных данных с целью

определения наличия дефектов, а также их эквивалентного размера, формы, вида, глубины залегания и пр. Чувствительность ультразвукового контроля определяется минимальными размерами выявляемых дефектов или эталонных отражателей, выполненных в контрольном образце предприятия (СОП). В качестве эталонных отражателей обычно используют плоскодонные сверления, ориентированные перпендикулярно направлению прозвучивания, а также боковые сверления или зарубки.

Самой массовой областью применения ультразвуковой дефектоскопии являются сварные соединения. Основным документом в России по ультразвуковому контролю сварных швов является ГОСТ Р 55724-2013 «Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые», в котором рассмотрены в полном объёме методы контроля стыковых, тавровых, нахлесточных и угловых сварных швов, выполненных различными способами сварки. Также в нём подробно описаны калибровочные (стандартные) образцы СО-2, СО-3 и СО-3Р, V-1, V-2 и контрольные (стандартные) образцы предприятия (СОП), необходимые для настройки дефектоскопа, а также параметры для их изготовления. Проведение ультразвукового контроля сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок регламентируется документом ПНАЭ Г-7-030-91 «Унифицированные методики контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок. Ультразвуковой контроль».

В зависимости от области использования, различают ультразвуковые дефектоскопы общего и специального назначения. Дефектоскопы общего назначения могут использоваться для контроля самой разнообразной продукции, а специализированные дефектоскопы созданы для решения узкоцелевых задач. К наиболее популярным моделям ультразвуковых дефектоскопов общего назначения относятся:

- Ультразвуковой дефектоскоп УД2-70;

- Ультразвуковой дефектоскоп A1214 Expert;
- Ультразвуковой дефектоскоп УСД-60;
- Ультразвуковой дефектоскоп УД2В-П46 ;
- Ультразвуковой дефектоскоп STARMANS DIO 1000 SFE.

Ультразвуковая толщинометрия (резонансный и импульсный метод).

Как правило, ультразвуковой метод толщинометрии применяют в случаях недоступности или труднодоступности объекта для измерения его толщины механическим измерительным инструментом. Ультразвуковая толщинометрия - неотъемлемая процедура при определении толщины стенок труб, котлов, сосудов, то есть объектов замкнутого типа или с односторонним доступом, а также объектов судостроительного и судоремонтного производства. Современные ультразвуковые толщинометры позволяют измерять толщины от 1 до 50 мм с точностью $\pm 0,001$ мм. По физическим принципам, используемым для измерения толщины, акустические толщинометры делят на резонансные и эхо-импульсные.

Резонансный метод контроля основан на возбуждении и анализе резонансных колебаний в исследуемом объеме изделия, при этом исследование проводится при доступности одной стороны изделия, а погрешность метода составляет менее 1%. Резонансным методом измеряют толщину стенок металлических и некоторых неметаллических изделий (керамика, стекло, фарфор). Кроме того, при помощи резонансной дефектоскопии можно выявлять зоны коррозионного поражения, зоны непрочности и непропоя листовых соединений, зоны расслоения в биметаллах, тонких листах. Резонансные методы вынужденных колебаний в настоящее время не имеют широкого применения, так как задачи дефектоскопии и толщинометрии более точно решают импульсные ультразвуковые методы.

Принцип ультразвуковой импульсной толщинометрии основан на измерении времени прохождения ультразвукового импульса в изделии или в слое и умножении измеренного времени на коэффициент, учитывающий

скорость звука в материале изделия. Основные нормативные документы по проведению ультразвуковой толщинометрии:

- ГОСТ Р 55614-2013 «Контроль неразрушающий. Толщиномеры ультразвуковые. Общие технические требования».

- ГОСТ Р ИСО 16809-2015 «Контроль неразрушающий. Контроль ультразвуковой. Измерение толщины».

- ПНАЭ Г-7-031-91 «Унифицированные методики контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок. Ультразвуковой контроль. Часть III. Измерение толщины монометаллов, биметаллов и антикоррозионных покрытий».

К наиболее популярным моделям ультразвуковых толщиномеров можно отнести:

- Ультразвуковой толщиномер ТУЗ-2;
- Ультразвуковой толщиномер А1210;
- Ультразвуковой толщиномер БУЛАТ;
- Ультразвуковой толщиномер УТ-301;
- Ультразвуковой толщиномер УТ907;
- Ультразвуковой толщиномер УДТ-40.

Импедансные дефектоскопы и твердомеры (импедансный метод).

Импедансный метод разработан советским ученым Ю.В. Ланге в 1958 году. Он основан на использовании зависимости полного механического сопротивления (импеданса) контролируемого изделия от качества соединения отдельных его элементов между собой. Этим методом можно выявлять дефекты в клеевых, паяных и других соединениях, между тонкой обшивкой и элементами жёсткости или заполнителями в многослойных конструкциях. Импедансные дефектоскопы широко используются в авиастроении, автомобильной и космической промышленности. Они способны обнаружить несклеенные участки, расслоения, нарушения целостности и пустоты в

различном оборудовании, приборах, конструкциях. Кроме того, метод ультразвукового контактного импеданса широко применяется для измерения твёрдости изделий из металлов и сплавов, таких как сосуды давления различного назначения (реакторы, парогенераторы, коллекторы, котельные барабаны) роторы турбин и генераторов, трубопроводы, детали различных транспортных средств, промышленные полуфабрикаты (отливки, поковки, листы) и т.д. Метод контактного импеданса основан на измерении режима колебаний преобразователя, соприкасающегося с объектом. По амплитудам и резонансным частотам такого преобразователя (часто имеющего вид стержня) судят о твердости материала изделия, податливости (упругому импедансу) его поверхности.

К наиболее популярным моделям ультразвуковых твердомеров можно отнести:

- Ультразвуковой твердомер Константа ТУ ;
- Ультразвуковой Твердомер ТКМ-459С;
- Ультразвуковой твердомер ТКМ-459М;
- Ультразвуковой твердомер МЕТ-У1 ;
- Комбинированный твердомер МЕТ-УД.

Радиографический контроль (РК).

Радиографический контроль (РК) основан на зависимости интенсивности рентгеновского (гамма) излучения, прошедшего через облучаемое изделие, от материала поглотителя и его толщины. Если контролируемый объект имеет дефекты, то излучение поглощается неравномерно и, регистрируя его распределение на выходе, можно судить о внутреннем строении объекта контроля.

Радиографический контроль применяют для выявления в сварных соединениях трещин, непроваров, пор, инородных включений (вольфрамовых, шлаковых), а также для выявления недоступных для внешнего осмотра подрезов, выпуклости и вогнутости корня шва, превышения проплава.

Минимальный размер дефекта, который может быть обнаружен радиографическим методом, зависит от его формы и местонахождения. Лучше всего выявляются дефекты, имеющие протяженность вдоль пучка проникающего излучения. Изображение на снимке границ таких дефектов получается более резким, чем дефектов, имеющих криволинейную форму. Если дефект расположен под углом к направлению просвечивания, то чувствительность радиационного метода ухудшается и зависит от величины раскрытия дефекта и угла между направлением просвечивания и направлением дефекта. Экспериментально установлено, что дефекты с малым раскрытием (трещины) не выявляются, если угол пучка излучения по отношению к оси трещины больше 7° .

Радиографический контроль не выявляет следующие виды дефектов:

если их протяжность в направлении просвечивания менее удвоенного значения абсолютной чувствительности контроля;

трещин и непроваров с раскрытием менее 0,1 мм, если толщина просвечиваемого материала до 40 мм, 0,2 мм – при толщине материала от 40 до 100 мм, 0,3 мм – при толщине материала от 100 до 150 мм;

трещин и непроваров, плоскость раскрытия которых не совпадает с направлением просвечивания;

если изображение несплошностей и включений совпадает на радиографическом снимке с изображением посторонних деталей, острых углов или резких перепадов толщин свариваемых элементов.

Допустимые размеры дефектов в контролируемых объектах указывают в чертежах, технических условиях, правилах контроля или другой нормативно-технической документации. При отсутствии НТД, допустимые несплошности и включения могут быть определены по ГОСТ 23055-78 «Контроль неразрушающий. Сварка металлов плавлением. Классификация сварных соединений по результатам радиографического контроля».

Источники излучения (рентгеновские аппараты) выбирают в зависимости от толщины контролируемого металла и необходимой чувствительности, определяемой в ТУ на контроль конкретного изделия. Для получения четкой проекции дефекта источник излучения должен иметь малый размер фокусного пятна и находиться на достаточном расстоянии от контролируемого изделия.

Чувствительность радиографического контроля зависит от следующих факторов:

- геометрических условий просвечивания (величина фокусного пятна рентгеновской трубки; расстояние от фокусного пятна трубки до детали, от детали до плёнки);
- формы дефекта и его расположения относительно направления просвечивания;
- жесткости рентгеновских лучей, толщины и плотности просвечиваемого материала;
- характеристики плёнки и правильности ее фотообработки после экспонирования;
- применения усиливающих экранов.

Чувствительность РК в значительной степени определяется контрастностью снимка и резкостью изображения. Контрастность снимка определяется как разность между значениями оптической плотности двух соседних участков снимка. Контрастность изображения определяется двумя факторами: контрастностью объекта и детектора (как правило радиографической плёнки). Контрастность объекта прямо пропорциональна разнице плотности ρ и атомного номера Z дефектных и бездефектных мест изделия и обратно пропорциональна энергии излучения. Контрастность радиографической плёнки характеризуется изменением плотности почернения при воздействии на нее различных экспозиционных доз излучения.

Резкость изображения на снимке характеризуется скачкообразным переходом от одной плотности почернения к другой на краю изображения. Чем уже переход от светлых участков к темным, тем больше различаемость контуров, тем больше резкость. Резкий снимок определяется хорошо выявленными очертаниями (контуром) просвечиваемого объекта и дефектов в материале, что обеспечивает высокую выявляемость этих дефектов. Чем шире переход от светлых участков к темным, тем больше размытость контуров и тем меньше резкость изображения, следовательно, хуже выявляемость дефектов.

Разрешающая способность радиографической плёнки определяет возможность раздельно регистрировать близко расположенные дефектные и бездефектные участки контролируемого изделия и характеризуется количеством раздельно различимых штриховых линий одинаковой толщины на длине 1 мм. Мелкозернистые плёнки имеют более высокую разрешающую способность по сравнению с крупнозернистыми плёнками. На практике чувствительность радиографического контроля характеризуется минимальным лучевым (в направлении просвечивания) размером выявленного эталонного дефекта (проволочки, канавки, отверстия) и выражается в абсолютных или относительных единицах. Чувствительность зависит от радиографической контрастности контролируемого объекта и от коэффициента контрастности детектора излучения.

Влияние геометрии просвечивания на качество снимка. Схемы радиографического контроля следует выбирать с учетом наилучшего выявления на радиографическом снимке возможных дефектов. Основные схемы контроля сварных соединений радиографическим методом приведены в ГОСТ 7512-82. Проведенный анализ показывает, что выявляемость дефектов при радиографическом контроле зависит от многих причин. В следующей таблице содержится информация о комплексе факторов, влияющих на чувствительность радиационного контроля.

Основными типами регистраторов рентгеновского излучения в НК являются рентгеновская пленка и набирающие популярность фосфорные пластины используемые в компьютерной радиографии. Существуют и другие детекторы рентгеновского излучения, их подробная классификация представлена в статье.

На сегодняшний день, в России, радиографический контроль чаще всего проводят с использованием пленки. В настоящее время в РА нет стандартов по классификации и методам испытаний радиографических пленок. Одна из классификаций приведена в европейском стандарте EN 584-1 «Стандарт по классификации промышленной рентгеновской пленки и ее использования в радиографическом моделировании». Выбор конкретного типа пленки, зависит от толщины и плотности материала ОК, а также по требуемой производительности и чувствительности. Рекомендуемые типы плёнок обычно приводятся в руководящих документах, методических инструкциях и технологических картах на объекты контроля.

Крупнозернистые низкоконтрастные плёнки в основном применяются для контроля толстостенных изделий, в которых, как правило, предельно допустимые дефекты имеют большие размеры. Время нормальной экспозиции при использовании крупнозернистых плёнок существенно меньше, чем при использовании мелкозернистых высококонтрастных плёнок используемых для выявления мелких дефектов в деталях из легких сплавов и стали небольшой толщины.

Высококонтрастные пленки требуют больших экспозиций, что существенно снижает производительность контроля. Время экспозиции при работе с такими плёнками можно сократить, используя свинцовые и флуоресцирующие экраны. Коэффициент усиления свинцовых экранов находится в пределах 1,5-3,0, флуоресцирующих – 20-30. Под коэффициентом усиления экранов понимается величина, показывающая, во сколько раз уменьшается экспозиция просвечивания при использовании данного экрана.

В настоящее время так же применяют флуорометаллические усиливающие экраны, выполненные в виде свинцовой подложки с нанесенным на нее слоем люминофора. Эти экраны имеют больший коэффициент усиления, чем металлические, и обеспечивают лучшую чувствительность, чем флуоресцирующие экраны.

В практике радиографии часто применяют комбинацию из усиливающих экранов (в виде заднего и переднего экранов), между которыми размещают радиографическую плёнку. Применение заднего металлического экрана вместе с увеличением коэффициента усиления уменьшает влияние рассеянного излучения. Толщину металлических экранов, а также материал люминофора выбирают с учетом энергии рентгеновских или гамма лучей. Из-за снижения разрешающей способности радиографических снимков, получаемых с использованием флуоресцирующих экранов, применение последних не разрешается при РГК высокоответственных сварных швов, например, в атомной энергетике.

Альтернативой радиографическому контролю с использованием рентгеновской пленки является компьютерная радиография с использованием запоминающих пластин, основанная на способности некоторых люминофоров накапливать скрытое изображение, формирующееся под воздействием рентгеновского или гамма излучения. После экспонирования специальный сканер считывает пластину лазерным пучком. Процесс считывания сопровождается эмиссией видимого света, этот свет собирается фотоприемником и конвертируется в цифровое изображение. Статью посвященную сопоставлению выявляемости дефектов с использованием пленки и системы компьютерной радиографии можно найти здесь. Смотрите так же статью Компьютерная радиография – оборудование и стандарты.

РК может проводиться промышленными рентгеновскими аппаратами или гамма - дефектоскопами. Выбор конкретного источника излучений проводится

в зависимости от просвечиваемой толщины и материала ОК, а так же от заданного класса чувствительности и геометрии просвечивания.

К преимуществам рентгеновских дефектоскопов постоянного действия можно отнести: более высокую мощность и возможность ее регулировки, долговечность, и как правило, более резкое и контрастное изображение. Из недостатков стоит выделить высокую стоимость, большие габариты и большую опасность для персонала.

Несмотря на то что контроль сварных соединений рекомендуется проводить именно рентгеновскими аппаратами, которые по сравнению с гамма - дефектоскопами позволяют обеспечить более высокое качество радиографических снимков, у гамма дефектоскопов так же есть ряд достоинств, среди которых низкая стоимость, меньшие габариты и малый оптический фокус. Основными недостатками являются невозможность регулировки мощности, меньшая контрастность, постепенное затухание активности источника и необходимость его замены.

Гамма - дефектоскопы обычно применяют когда нет возможности использовать рентгеновские аппараты постоянного действия, обычно при контроле небольших толщин, при отсутствии источников питания, и при контроле труднодоступных мест. Основные технические характеристики рентгеновских аппаратов и гамма дефектоскопов содержатся здесь.

Оценку качества сварного соединения по результатам радиографического контроля следует проводить в соответствии с действующей нормативно-технической документацией на контролируемое изделие. При расшифровке снимков определяют вид, размеры и количество обнаруженных на снимке дефектов сварного соединения и околошовной зоны по ГОСТ 23055-78.

Снимок пригоден для оценки качества сварного соединения, если он удовлетворяет следующим требованиям:

снимок не должен иметь пятен, полос, загрязнений и механических повреждений эмульсионного слоя плёнки, затрудняющих его расшифровку;

снимок должен иметь чёткое изображение сварного соединения, маркировочных и ограничительных знаков и эталона чувствительности;

чувствительность контроля должна соответствовать требованиям нормативной документации;

оптическая плотность изображения контролируемого участка сварного соединения должна быть в пределах 1,5–3,5;

уменьшение оптической плотности изображения сварного соединения на любом участке этого изображения по сравнению с оптической плотностью изображения эталона чувствительности не должно превышать 1,0.

В процессе радиографического неразрушающего контроля используется ряд принадлежностей, среди которых трафареты, шаблоны, эталоны чувствительности, маркировочные знаки, мерные пояса, магнитные прижимы, рамки, кассеты, фонари и т.д. Перечень необходимых принадлежностей содержится здесь.

Помимо чисто технических требований предъявляемых к процессу РК, существует и установленный порядок организации работ. Так радиографический контроль на опасных производственных объектах требует обязательной аттестации лаборатории в соответствии с ПБ 03-372-00 «Правила аттестации и основные требования к лабораториям неразрушающего контроля». Требования, предъявляемые к работникам выполняющим радиографический контроль, должны соответствовать «Правилам аттестации персонала в области неразрушающего контроля» ПБ 03-440-02.

Радиографический контроль проводится звеном, состоящим минимум из двух дефектоскопистов, каждый из которых должен иметь документ на право проведения работ. Руководитель звена должен иметь второй или третий уровень квалификации по радиографическому контролю. Для контроля изделий, поднадзорных Ростехнадзору РФ, должна быть разработана технологическая карта которая должна содержать: перечень используемого оборудования и материалов, последовательность контроля, схему

просвечивания, требования к чувствительности контроля, нормы контроля, схемы зарядки кассет и т.д.

Работы, связанные с использованием источников ионизирующих излучений, подлежат лицензированию. Чтобы получить разрешение на право проведения этих работ, необходимо обеспечить условия безопасной эксплуатации источников излучения и получить соответствующее разрешение.

Капиллярный контроль (ПВК).

Капиллярный контроль – самый чувствительный метод НК. К капиллярным методам неразрушающего контроля относят методы, основанные на капиллярном проникновении индикаторных жидкостей (пенетрантов) в поверхностные и сквозные дефекты. Образующиеся индикаторные следы обычно регистрируются визуальным способом. С помощью капиллярных методов определяется расположение дефектов, их протяженность и ориентация на поверхности. Капиллярная дефектоскопия применяется при необходимости выявления малых по величине дефектов, к которым не может быть применен визуальный контроль. Контроль капиллярным методом проводится в соответствии с ГОСТ 18442. Простейшей разновидностью капиллярного контроля является метод «мел-керосин». В настоящее время керосин и мел почти полностью уступили место высокочувствительным пенетрантным системам, обеспечивающим лучшую проникающую способность и выявляемость дефектов.

Капиллярные методы используются для контроля объектов любых размеров и форм, изготовленных из черных и цветных металлов и сплавов, стекла, керамики, пластмасс и других неферромагнитных материалов. С помощью капиллярной дефектоскопии возможен контроль объектов из ферромагнитных материалов в случае, если применение магнитопорошкового метода невозможно в связи с условиями эксплуатации объекта или по другим причинам.

Капиллярная дефектоскопия применяется в таких отраслях промышленности, как энергетика, авиация, ракетная техника, судостроение, металлургия, химическая промышленность, автомобилестроение. Капиллярная дефектоскопия используется при мониторинге ответственных объектов перед приемкой и в процессе эксплуатации

В зависимости от способов получения первичной информации капиллярные методы подразделяют на:

- Цветной (хроматический);
- Яркостный (ахроматический);
- Люминесцентный;
- Люминесцентно-цветной.

Процесс выявления несплошностей капиллярным методом подразделяют на пять стадий:

- Подготовка объекта (очистка);
- Заполнение полостей индикаторным пенетрантом;
- Удаление излишков индикаторного пенетранта;
- Нанесение проявителя;
- Контроль.

Магнитный контроль (МК).

Магнитная дефектоскопия представляет собой комплекс методов неразрушающего контроля, применяемых для обнаружения дефектов в ферромагнитных металлах (железо, никель, кобальт и ряд сплавов на их основе). К дефектам, выявляемым магнитным методом, относят такие дефекты как: трещины, волосовины, неметаллические включения, несплавления, флокены. Выявление дефектов возможно в том случае, если они выходят на поверхность изделия или залегают на малой глубине (не более 2-3 мм).

Магнитные методы основаны на изучении магнитных полей рассеяния вокруг изделий из ферромагнитных материалов после намагничивания. В местах расположения дефектов наблюдается перераспределение магнитных

потоков и формирование магнитных полей рассеяния. Для выявления и фиксации потоков рассеяния над дефектами используются различные методы.

Наиболее распространенным методом магнитной дефектоскопии является магнитопорошковый метод. При использовании метода магнитопорошковой дефектоскопии (МПД) на намагниченную деталь наносится магнитный порошок или магнитная суспензия, представляющая собой мелкодисперсную взвесь магнитных частиц в жидкости. Частицы ферромагнитного порошка, попавшие в зону действия магнитного поля рассеяния, притягиваются и оседают на поверхности вблизи мест расположения несплошностей. Ширина полосы, по которой происходит оседание магнитного порошка, может значительно превышать реальную ширину дефекта. Вследствие этого даже очень узкие трещины могут фиксироваться по осевшим частицам порошка невооруженным глазом. Регистрация полученных индикаторных рисунков проводится визуально или с помощью устройств обработки изображения.

Магнитопорошковый метод неразрушающего контроля регламентируется следующими отечественным и зарубежными стандартами

Российские стандарты:

- ГОСТ 256512-2015 Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый метод;
- ГОСТ 8.283-78 Дефектоскопы электромагнитные. Методы и средства проверки;

Европейские стандарты:

- EN ISO 9934-1 Неразрушающий контроль. Магнитопорошковый контроль. Часть 1 Общие принципы;
- EN ISO 9934-2 Неразрушающий контроль. Магнитопорошковый контроль. Часть 2 Материалы для обнаружения;
- EN ISO 12707 Июнь 2000 Неразрушающий контроль. Терминология — Термины, используемые в магнитопорошковом контроле;

- EN ISO 3059 Неразрушающий контроль — Капиллярный и магнитопорошковый контроль. Условия осмотра;
- ISO 3059 Контроль неразрушающий. Контроль методом проникающих жидкостей и методом магнитных частиц. Условия наблюдения;
- ISO 9934 Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый метод. Часть 3. Оборудование;
- ASTM E 709-01 Стандартное руководство по магнитопорошковой дефектоскопии;
- ASTM E1444-05 Стандартная методика тестирования с помощью магнитопорошковой дефектоскопии.

Магнитопорошковый метод применяется для контроля изделий из ферромагнитных материалов, имеющих относительную магнитную проницаемость не менее 40. Чувствительность контроля данным методом зависит от различных факторов, в том числе от магнитных характеристик исследуемого материала, формы, размеров и шероховатости объекта контроля (макс. Ra 10 / Rz 63), напряженности приложенного поля, местоположения и ориентации дефектов и свойств магнитного порошка. Согласно ГОСТ 56512 устанавливаются 3 условных уровня чувствительности (А, Б, В). Они характеризуются минимальной шириной раскрытия и минимальной протяженностью выявляемого дефекта.

Магнитопорошковый метод включает в себя следующие операции:

- подготовка к контролю;
- намагничивание;
- нанесение дефектоскопического материала;
- осмотр поверхности и регистрация индикаторных рисунков;
- размагничивание.

Перед проведением контроля изделие должно быть зачищено от масла, окалины и других загрязнений. Подготовку поверхности для уменьшения сил трения осуществляют пескоструйной и механической обработкой. Применяется

также грунтовка поверхности красками и лаками, обеспечивающими необходимый контраст с порошком.

Для намагничивания и размагничивания объектов контроля применяются стационарные или передвижные магнитные дефектоскопы. Дефектоскопы снабжаются измерителями намагничивающего тока, а также устройствами для осмотра поверхности и регистрации индикаторных картинок (измерительные лупы, микроскопы, эндоскопы или автоматизированные системы получения изображений). Используются различные виды намагничивания: циркулярное, продольное, комбинированное.

Магнитопорошковый метод контроля может осуществляться двумя различными способами. При применении способа остаточной намагниченности дефектоскопический порошок наносят после снятия намагничивающего поля. При применении способа приложенного поля операция намагничивания и нанесение порошка осуществляются одновременно. Выбор способа контроля зависит от магнитных свойств материала изделия и требуемой чувствительности.

Применяемые для контроля материалы могут иметь различные оттенки (от светло-серых и желтоватых до красно-коричневых и черных) в зависимости от цвета контролируемой поверхности. Магнитные порошки, на поверхность которых нанесен слой люминофора, позволяют повысить чувствительность метода.

Нанесение магнитного материала осуществляют следующими способами:

- с использованием магнитного порошка (сухой способ);
- с использованием магнитной суспензии (влажный способ);
- магнитогуммированной пасты.

Сухой порошок равномерно распределяют на поверхности с помощью распылителей или погружением изделия в емкость с порошком. Суспензию наносят путем полива или погружения изделия в ванну с суспензией. Удобны в

пользовании аэрозольные баллончики, содержащие суспензии магнитных материалов на водной или масляной основе.

Качество применяемых магнитных материалов оценивается по методикам, приведенным в нормативной документации на их поставку. Перед проведением контроля качество готовых порошков и суспензий определяется на контрольных (стандартных) образцах, имеющих дефекты известного размера и аттестованных в установленном порядке. С помощью контрольных образцов также отрабатывается технология контроля в для достижения заданной чувствительности.

При проведении контроля частицы материала намагничиваются и под действием результирующих сил образуют скопления в виде полосок (валиков). После формирования индикаторной картинки из осевшего порошка осуществляется осмотр контролируемого изделия. При визуальном осмотре могут быть использованы оптические устройства, позволяющие увеличить изображение. Рекомендуется применять комбинированное освещение (местное и общее).

При применении люминесцентных порошков осмотр поверхности проводят при ультрафиолетовом облучении. Используются ультрафиолетовые фонари, лампы, а также индукционные источники ультрафиолетового излучения.

Преимущества магнитопорошкового метода неразрушающего контроля заключаются в его относительно небольшой трудоемкости, высокой производительности и возможности обнаружения поверхностных и подповерхностных дефектов. При помощи этого метода выявляются не только полые несплошности, но и дефекты, заполненные инородным веществом. Магнитопорошковый метод может быть применен не только при изготовлении деталей, но и в ходе их эксплуатации, например, для выявления усталостных трещин.

К недостаткам метода можно отнести сложность определения глубины распространения трещин в металле.

Другими методами магнитной дефектоскопии являются феррозондовый и магнитографический методы.

Феррозондовый метод основан на регистрации магнитных полей феррозондовыми преобразователями, в которых взаимодействуют измеряемое поле и собственное поле возбуждения.

В магнитографическом методе применяется запись магнитных полей на магнитный носитель записи (магнитную ленту) с последующим формированием сигналаграммы.

Тепловой контроль (ТК).

Тепловой контроль – один из видов неразрушающего контроля, основанный на фиксации и преобразовании инфракрасного излучения в видимый спектр. Тепловой метод применяется во всех отраслях промышленности, где по неоднородности теплового поля можно судить о техническом состоянии контролируемых объектов.

В настоящее время метод теплового неразрушающего контроля (ТНК) стал одним из самых востребованных в теплоэнергетике, строительстве и промышленном производстве. В России повышение интереса к тепловому контролю, во многом связано с принятием Федерального закона № 261 – ФЗ «Об энергосбережении», регламентирующим энергоаудит объектов с целью экономии ресурсов. Согласно данным в законе определениям, базовым методом контроля текущего состояния промышленных объектов является тепловой метод.

Основными достоинствами теплового контроля являются: универсальность, точность, оперативность, высокая производительность и возможность проводить контроль дистанционно. По одной из классификаций, можно выделить следующие виды теплового контроля:

- Тепловизионный контроль;

- Контроль теплопроводности;
- Контроль температуры;
- Контроль плотности тепловых потоков рассчитывать.

Условно различают пассивный и активный тепловой контроль. Пассивный ТНК не нуждается во внешнем источнике теплового воздействия. Активный ТНК напротив, предполагает нагрев объекта внешними источниками.

Пассивный метод теплового контроля подразумевает, что возникновение теплового поля в объекте контроля происходит при его эксплуатации или изготовлении. Тепловой контроль с использованием пассивного метода является наиболее распространенным методом ТК и широко применяется практически во всех отраслях современной промышленности. Основное преимущество метода — контроль объектов без вывода из эксплуатации и отсутствие необходимости дополнительных манипуляций связанных с нагревом объекта. Типичные объекты пассивного теплового контроля это строительные конструкции, работающие электроприборы, контакты под напряжением и другие промышленные объекты. Приборы теплового неразрушающего контроля, наиболее часто применяемые при пассивном методе это тепловизоры, пирометры, инфракрасные термометры, измерители тепловых потоков и логгеры данных.

Активный метод теплового контроля применяется, когда во время эксплуатации объект самостоятельно не выделяет тепловое излучение достаточное для проведения ТК. При активном методе теплового контроля, объект нагревается различными внешними источниками. Типичные объекты контролируемые данным методом это многослойные композитные материалы, объекты искусства и другие объекты требующие внешней тепловой нагрузки.

В зависимости от способа измерения температуры, приборы теплового контроля разделяют на: контактные и бесконтактные.

В настоящее время, наиболее распространёнными приборами для контактного измерения температуры являются: термопары, металлические и

полупроводниковые сопротивления, термоиндикаторы, термокарандаши, манометрические и жидкостные термометры. К бесконтактным приборам теплового контроля относятся тепловизоры, термографы, квантовые счетчики, радиационные пирометры и др.

Среди приборов теплового контроля, самыми востребованными в настоящее время являются тепловизоры. Доля задач теплового контроля, решаемая с помощью тепловизоров настолько велика, что часто употребляется термин тепловизионный контроль.

Тепловизор — устройство для наблюдения за распределением температуры исследуемой поверхности. Распределение температуры отображается на дисплее как цветное поле, где определённой температуре соответствует определённый цвет. В большинстве моделей тепловизоров, информация записывается в память устройства и может быть обработана на ПК при помощи специального программного обеспечения.

Различают наблюдательные и измерительные тепловизоры. Наблюдательные приборы просто выдают инфракрасное изображение наблюдаемого объекта, а измерительные могут присваивать цифровому сигналу каждого пикселя, соответствующую ему температуру, в результате чего получается тепловая карта контролируемой поверхности.

Сегодня тепловизоры являются оптимальным инструментом, применяемым во всех случаях, где по неоднородности теплового поля можно судить о техническом состоянии контролируемых объектов. Тепловизоры позволяют быстро и надёжно выявить точки аномального нагрева и потенциально проблемные участки при проведении технического обслуживания в строительстве, энергетике, производстве и других отраслях промышленности. Подробнее со сферами применения современных тепловизоров, можно ознакомиться здесь. Тепловизор входит в перечень оборудования необходимого для аттестации лаборатории НК по тепловому методу.

Пирометры (инфракрасные термометры) — приборы для бесконтактного измерения температуры тел. Принцип действия прибора, основан на измерении мощности теплового излучения в инфракрасном и видимом диапазоне света. Пирометры применяются для решения задач, где по разным причинам не возможно использование контактных термометров. Пирометры часто используются для дистанционного теплового контроля раскаленных предметов и в других случаях, когда физический контакт с контролируемым объектом невозможен из-за его труднодоступности или слишком высокой температуры.

Логгеры данных, как правило, используются для измерения температуры и влажности. Логгеры данных подходят для долгосрочного измерения и представляют собой компактный прибор с дисплеем, картой памяти, водонепроницаемым корпусом и возможностью программирования периода работы. Некоторые современные модели имеют возможность одновременного подключения нескольких зондов, позволяя проводить замеры сразу в нескольких помещениях. Данные логгеров анализируются с помощью специального ПО и могут быть использованы для составления отчетов в графической и табличной формах.

Измерители плотности тепловых потоков и температуры используются при строительстве и эксплуатации зданий для определения плотности тепловых потоков, проходящих через ограждающие конструкции по ГОСТ 25380. Данные приборы позволяют измерять температуру воздуха внутри и снаружи помещения, а также определять сопротивление теплопередаче и термическое сопротивление ограждающих конструкций. Полученные данные теплового контроля передаются на ПК, где происходит их автоматическая архивация и обработка.

Помимо перечисленных электронных приборов, широкое распространение получили различные механические средства теплового контроля, такие как самоклеящиеся этикетки, термокарандаши, температурные индикаторы, высокотемпературная краска, теплоотводящая паста и другие.

Использование теплового метода так же допускает его комбинированное применение с другими методами неразрушающего контроля. Дополнение теплового контроля другими методами НК, как правило имеет смысл когда ТК является методом предваряющим использование более эффективных средств НК или когда синтез различными методами контроля дает более точные результаты.

Комбинирование первого типа возможно, например, при выявлении воды в авиационных сотовых панелях, а так же ударных повреждений и расслоений в композитных материалах. В данных случаях с помощью теплового контроля локализуются потенциально дефектные зоны, после чего более тщательный контроль может быть выполнен с использованием УЗК. Аналогичным образом могут контролироваться заклепочные соединения авиационных панелей, где основной контроль обычно проводится вихретоковым методом.

Комбинирование второго типа как правило применяется для контроля сложных объектов, когда результат синтеза данных, является не простым суммированием отдельных результатов, а создает их новое качество, так называемый эффект синергии. В данном случае одновременное сочетание теплового контроля с другими методами НК, дает возможность получить результирующее изображение, которое будет обрабатываться, и анализироваться только один раз. Помимо более точных результатов, такое комбинирование позволяет существенно снизить временные и финансовые затраты по сравнению с последовательным применением нескольких методов. В настоящее время концепция слияния данных с помощью различных сенсоров активно развивается и уже нашла свое применение в военной и авиакосмической промышленности.

Тепловой контроль опасных производственных объектов перечисленных в приложении 1. ПБ 03-372-00, выполняется лабораториями НК располагающими аттестованным в установленном порядке персоналом. Подробная информация по аттестации специалистов содержится здесь. Информация по аттестации

лабораторий здесь. Порядок лицензирования специалистов проводящих тепловой контроль на объектах, не относящихся к опасным производственным объектам, регулируется соответствующими отраслевыми ведомствами и саморегулируемыми организациями.

Основными документами регламентирующими проведение теплового контроля в РФ являются:

ГОСТ 56511-2015 «Контроль неразрушающий. Методы теплового вида. Общие требования».

РД-13-04-2006 «Методические рекомендации о порядке проведения теплового контроля технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах».

ГОСТ Р 54852-2011 "Здания и сооружения. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций".

СП 50.13330.2012 "Тепловая защита зданий".

СП 131.13330.2012 "Строительная климатология".

ГОСТ 25380-2014 "Метод измерения плотности тепловых потоков".

ГОСТ 7076-99 "Измерение теплопроводности".

ОСТ 92-1482 «Неразрушающий контроль теплозащитных покрытий».

ГОСТ Р 8.619-2006 «Приборы тепловизионные измерительные. Методика поверки».

РД 153-34.0-20.364-00 «Метод инфракрасной диагностики тепломеханического оборудования».

РД 153-34.0-20.363-99 «Основные положения метода инфракрасной диагностики электрооборудования и высоковольтных линий».

Вихретоковый контроль (ВК).

Вихретоковый метод неразрушающего контроля основан на анализе взаимодействия внешнего электромагнитного поля с электромагнитным полем вихревых токов, создаваемых возбуждающей катушкой в электропроводящем объекте контроля (ОК) этим полем. Впервые вихревые токи были обнаружены

французским учёным Араго (1786—1853) в 1824г. в медном диске, расположенном на оси под вращающейся магнитной стрелкой. За счёт вихревых токов диск приходил во вращение.

В качестве источника электромагнитного поля чаще всего используется индуктивная катушка (одна или несколько), называемая вихретоковым преобразователем (ВТП). Синусоидальный (или импульсный) ток, действующий в катушках ВТП, создает электромагнитное поле, которое возбуждает вихревые токи в электромагнитном объекте. Электромагнитное поле вихревых токов воздействует на катушки преобразователя, наводя в них ЭДС или изменяя их полное электрическое сопротивление. Регистрируя напряжение на катушках или их сопротивление, получают информацию о свойствах объекта и о положении преобразователя относительно его.

Вихретоковый контроль обеспечивает возможность поиска дефектов и оценку свойств объектов контроля, имеет широкий спектр применения в промышленности, как при изготовлении деталей, так и при их ремонте. Современное оборудование вихретокового контроля позволяет обрабатывать и хранить данные полученные при проведении контроля, а автоматические, многокоординатные системы сканирования дают возможность производить визуализацию ОК с высокой точностью.

Область применения вихретокового метода контроля:

- неразрушающий контроль лопаток паровых турбин, тепловые канавки, поверхность осевого канала роторов турбин и т.д., сварные соединения и гиббы трубопроводов, корпусное оборудование, резьбовые соединения, детали любой формы и размеров промышленного и транспортного оборудования;
- толщинометрия измерение толщины тонких труб и тонкого листового проката, определение коррозионных повреждений, толщины защитных покрытий;

- структуроскопия оценка исходного и текущего состояния металла тепломеханического оборудования ТЭС. Оценка качества термообработки, определение состава контролируемого вещества, сортировка объектов;
- измерение глубины поверхностных трещин в электропроводящих магнитных и немагнитных материалах.

Основными преимуществами вихретокового метода являются:

- высокая чувствительность к микроскопическим дефектам, которые находятся на поверхности либо в непосредственной близости от исследуемого участка металлического объекта;
- возможность проведения бесконтактного контроля (измерения);
- высокая производительность (возможность произведения контроля на высоких скоростях);
- простота автоматизации.

Недостатки вихретокового метода контроля:

- возможное искажение одного параметра другими, при организации многокоординатного контроля
- контроль только электропроводящих изделий
- относительно не высокая глубина контроля.

Основополагающим документом на вихретоковый контроль является ГОСТ Р ИСО 15549-2009 «Национальный стандарт Российской Федерации. Контроль неразрушающий. Контроль вихретоковый. Основные положения». Настоящий стандарт определяет общие принципы неразрушающего контроля изделий и материалов с помощью вихревых токов для обеспечения заданных и воспроизводимых параметров. Стандарт включает в себя инструкции по подготовке документов, устанавливающих конкретные требования к применению метода вихревых токов для изделий конкретного типа. На основании ГОСТ Р ИСО 15549-2009 в каждой отрасли промышленности и

транспорта разработана своя нормативно техническая документация (НД), в том числе:

РД-13-03-2006 - Методические рекомендации о порядке проведения вихретокового контроля технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах

РД 32.150-2000 - Вихретоковый метод неразрушающего контроля деталей вагонов и т.д.

Требования, предъявляемые к объекту контроля (ОК) и подробная пошаговая методика контроля, прописывается в технологических картах на каждый ОК. Подробнее о разработке и согласовании технологических карт, а также примеры технологических карт на различные методы неразрушающего контроля можно посмотреть здесь. Высокие требования к качеству выпускаемой продукции способствуют разработке большого количества типов и разновидностей вихретоковых дефектоскопов и преобразователей. В зависимости от поставленных задач, здесь можно выбрать наиболее подходящее оборудование вихретокового контроля.

Разрушающие методы контроля.

Разрушающие методы определения прочности бетона: Определение прочности бетона по контрольным образцам, изготовленным из бетонной смеси по ГОСТ 10180 или отобраным из конструкций по ГОСТ 28570.

Из готовой смонтированной конструкции выпиливают или выбурируют образцы, которые затем разрушают на прессе. После каждого испытания фиксируют значения максимальных сжимающих усилий, выполняют статистическую обработку.

Этот метод, хотя и дает объективные сведения, часто не приемлем из-за дороговизны, трудоемкости и причинения локальных дефектов.

На производстве исследования проводят на сериях образцов, заготовленных с соблюдением требований ГОСТ 10180-2012 из рабочей

бетонной смеси. Кубики или цилиндры выдерживают в условиях, максимально приближенным к заводским, затем испытывают на прессе.

Разрушающий контроль металлических конструкций служит для количественного определения максимальной нагрузки на предмет, после которой наступает разрушение. Испытания могут носить разный характер: статические нагрузки позволяют точно измерить силу воздействия на образец и подробно описать процесс деформации. Динамические испытания служат для определения вязкости или хрупкости материала: это разного рода удары, при которых возникают инерционные силы в частях образца и испытательной машины. Испытания на усталость – это многократные нагрузки небольшой силы, вплоть до разрушения. Испытания на твердость служат для измерения силы, с которой более твердое тело (например, алмазный наконечник ударника) внедряется в поверхность образца. Испытания на изнашивание и истирание позволяют определить изменения свойств поверхности материала при длительном воздействии трения. Комплексные испытания позволяют описывать основные конструкционные и технологические свойства материала, регламентировать максимально допустимые нагрузки для изделия.

Для определения характеристик механической прочности используют разрывные машины. Например, WEB 600, производства TIME Group Inc.: она способна развивать усилие 600 кН. Машины для технологических испытаний, такие как ИА 5073-100, ИХ 5133, ИХ 5092 отечественного производства, поставляемые компанией ООО «Северо-Западные Технологии», служат для испытаний на скручивание проволоки, выдавливание листового металла, перегибов проволоки и так далее.

Есть несколько методов определения твердости металла: по Виккерсу, когда в поверхность вдавливается четырехгранная алмазная пирамидка под действием нагрузки в 5, 10, 20, 30, 50 и 100 кгс. Затем отпечаток измеряют по диагоналям квадрата, и по таблице определяют число твердости. Машины для

определения твердости – твердомеры. Например ИТ 5010 – машина для определения твердости по Виккерсу.

При исследовании твердости по методу Роквелла, образец плавно нагружают до 98 Н (10 кгс). Затем дается дополнительная нагрузка до максимального значения 490 Н (50 кгс) – 1373 Н (140 кгс). После его достижения на шкале индикатора прибора отображается количество единиц твердости образца. Один из распространенных твердомеров по Роквеллу – ТР 5006 М. Среди машин, предназначенных для испытания на усталость можно назвать МУИ-600.

1.2.5. Определение общих деформаций зданий и сооружений.

Представление о напряженном состоянии конструкций можно получить путем изучения и измерения деформаций.

Деформации бывают различного характера — в виде параллельного смещения сечений конструкций, растяжения или сжатия. Они подразделяются на местные, когда происходят смещения или повороты в узлах и конструкциях, удлинение или сжатие элементов, и общие, когда перемещаются и деформируются отдельные конструкции и сооружения в целом.

Деформации могут быть остаточные, или исчезающие после снятия нагрузки. Поэтому для оценки состояния конструкций необходимо знать их геометрическую характеристику до нагружения, под нагрузкой и после ее снятия.

Для измерения местных деформаций — прогибов используются прогибомеры, а местных линейных (растяжение или сжатие) — тензометры.

Прогибомеры в зависимости от характера конструкций и требуемой точности измерений могут быть разных типов — от простейшего, в виде двух взаимно перемещаемых планок, одна из которых закреплена на конструкции, а другая на неподвижной опоре, до приборов, основанных на схеме редуктора. Прогибомеры измеряют деформации с точностью до 0,001 мм.

Тензометры позволяют измерить линейные деформации на одной конструкции или взаимное перемещение двух смежных конструкций. Расстояние между двумя опорами тензометра называется его базой. В среднем база тензометров составляет 2—5 до 200 мм. Чтобы измерить малые деформации, применяют тензометры различных типов: механические (рычажные), оптические, электрические (по изменению сопротивления), акустические (по звучанию натянутой струны) и др.

Основной характеристикой рычажных тензометров является передаточное число, обеспечивающее увеличение масштаба измерения деформации.

Широко распространены проволочные тензометры, основанные на способности проводников менять электрическое сопротивление при растяжении или сжатии, благодаря чему по изменению сопротивления проводника можно судить об относительной деформации конструкций. Относительная деформация проводника тензометра прямо пропорциональна изменению электрического сопротивления и деформации конструкции.

База проволочных датчиков составляет от 5 до 30 мм, а сопротивление изменяется в среднем от 50 до 400 Ом. При этом для увеличения номинального сопротивления датчики выпускают изогнутыми или в виде решетки; в одном месте может быть установлено несколько датчиков.

Методика и средства замера деформаций. Деформации и перемещения конструкций и сооружений в целом называются общими обычно они измеряются геодезическими инструментами. Сущность геодезического контроля деформаций заключается в периодической проверке положения отдельных точек сооружений, обозначенных закрепленными марками, по отношению к неподвижным знакам — реперам или центрам и в определении взаимных перемещений по вертикали и горизонтали.

Горизонтальные перемещения конструкций (марок) определяют с помощью теодолита методом створов, т.е. относительно створных линий, закрепленных на месте неподвижными знаками.

Вертикальные перемещения — осадки конструкций — определяют методом геометрического нивелирования по отношению к неподвижно закрепленным знакам.

В местах, неудобных для геометрического нивелирования, производят гидростатическое нивелирование, основанное на принципе сообщающихся сосудов.

Обычный нивелир имеет пределы визирования от 3 м, поэтому его трудно использовать внутри помещений. Для изменения пределов визирования от 0,5 до 3 м используется специальная оптическая насадка, укрепляемая на объективе нивелира и перемещающаяся относительно исследуемого объекта. В комплект насадки входит измерительная рейка, состоящая из штока, по которому перемещается подсвечиваемая шкала.

1.2.6. Предельно допустимые перемещения элементов конструкций (независимо от применяемых материалов).

При расчете строительных конструкций по прогибам (выгибам) и перемещениям должно быть выполнено условие: $f \leq f_u$

где f - прогиб (выгиб) и перемещение элемента конструкции (или конструкции в целом), определяемые с учетом факторов, влияющих на их значения.

f_u - предельный прогиб (выгиб) и перемещение, устанавливаемые настоящими нормами.

Расчет необходимо производить исходя из следующих требований:

а) технологических (обеспечение условий нормальной эксплуатации технологического и подъемно-транспортного оборудования, контрольно-измерительных приборов и т.д.);

б) конструктивных (обеспечение целостности примыкающих друг к другу элементов конструкций и их стыков, обеспечение заданных уклонов);

в) физиологических (предотвращение вредных воздействий и ощущений дискомфорта при колебаниях);

г) эстетико-психологических (обеспечение благоприятных впечатлений от внешнего вида конструкций, предотвращение ощущения опасности).

Каждое из указанных требований должно быть выполнено при расчете независимо от других.

Ограничения колебаний конструкций следует устанавливать в соответствии с нормативными документами.

Расчетные ситуации, для которых следует определять прогибы и перемещения, соответствующие им нагрузки, а также требования, касающиеся строительного подъема.

Предельные прогибы элементов конструкций покрытий и перекрытий, ограничиваемые исходя из технологических, конструктивных и физиологических требований, следует отсчитывать от изогнутой оси, соответствующей состоянию элемента в момент приложения нагрузки, от которой вычисляется прогиб, а ограничиваемые исходя из эстетико-психологических требований - от прямой, соединяющей опоры этих элементов.

Прогибы элементов конструкций не ограничиваются исходя из эстетико-психологических требований, если не ухудшают внешний вид конструкций (например, мембранные покрытия, наклонные козырьки, конструкции с провисающим или приподнятым нижним поясом) или если элементы конструкций скрыты от обзора. Прогибы не ограничиваются исходя из указанных требований и для конструкций перекрытий и покрытий над помещениями с непродолжительным пребыванием людей (например, трансформаторных подстанций, чердаков).

Примечание. Для всех типов покрытий целостность кровельного ковра следует обеспечивать, как правило, конструктивными мероприятиями (например, использованием компенсаторов, созданием неразрезности элементов покрытия), а не повышением жесткости несущих элементов.

Коэффициент надежности по нагрузке для всех учитываемых нагрузок и коэффициент динамичности для нагрузок от погрузчиков, электрокаров, мостовых и подвесных кранов следует принимать равными единице.

Для элементов конструкций зданий и сооружений, предельные прогибы и перемещения которых не оговорены настоящим и другими нормативными документами, вертикальные и горизонтальные прогибы и перемещения от постоянных, длительных и кратковременных нагрузок не должны превышать $1/150$ пролета или $1/75$ вылета консоли.

Вертикальные предельные прогибы элементов конструкций.

Вертикальные предельные прогибы элементов конструкций и нагрузки, от которых следует определять прогибы, приведены в таблице 1.7.

Таблица 1.7.

Элементы конструкций	Предъявляемые требования	Вертикальные предельные прогибы f_u	Нагрузки для определения вертикальных прогибов
1. Балки крановых путей под мостовые и подвесные краны, управляемые:			
с пола, в том числе тельферы (тали)	Технологические	$1/250$	От одного крана
из кабины при группах режимов работы (по ГОСТ 25546-82):	Физиологические и технологические		
1К-6К		$1/400$	То же
7К	1	$1/500$	«
8К		$1/600$	«
2. Балки, фермы, ригели, прогоны, плиты, настилы (включая поперечные ребра плит и настилов):			
а) покрытий и перекрытий, открытых для обзора, при пролете l , м:	Эстетико-психологические		Постоянные и временные длительные

$l \leq 1$		1/120	
$l = 3$		1/150	
$l = 6$		1/200	
$l = 24 (12)$		1/250	
$l \leq 36 (24)$		1/300	
б) покрытий и перекрытий при наличии перегородок под ними	Конструктивные	Принимаются в соответствии с п. 6 рекомендуемого приложения 6	Приводящие к уменьшению зазора между несущими элементами конструкций и перегородками, расположенными под элементами
в) покрытий и перекрытий при наличии на них элементов, подверженных растрескиванию (стяжек, полов, перегородок)	«	1/150	Действующие после выполнения перегородок, полов, стяжек
г) покрытий и перекрытий при наличии тельферов (талей), подвесных кранов, управляемых: с пола	Технологические	1/300 или а/150 (меньшее из двух)	Временные с учетом нагрузки от одного крана или тельфера (тали) на одном пути
из кабины	Физиологические	1/400 или а/200 (меньшее из двух)	От одного крана или тельфера (тали) на одном пути
д) перекрытий, подверженных действию:	Физиологические и		

	технологические		
перемещаемых грузов, материалов, узлов и элементов оборудования и других подвижных нагрузок (в том числе при безрельсовом напольном транспорте)		1/350	0,7 полных нормативных значений временных нагрузок или нагрузки от одного погрузчика (более неблагоприятное из двух)
нагрузок от рельсового транспорта:			
узкоколейного		1/400	От одного состава вагонов (или одной напольной машины) на одном пути
ширококолейного		1/500	
3. Элементы лестниц (марши, площадки, косяки), балконов, лоджий	Эстетико-психологические	Те же, что в поз. 2, а	
	Физиологические	Определяются в соответствии с п. 10.10	
4. Плиты перекрытий, лестничные марши и площадки, прогибу которых не препятствуют смежные элементы	«	0,7 мм	Сосредоточенная нагрузка 1 кН (100 кгс) в середине пролета
5. Перемычки и навесные стеновые панели над оконными и дверными проемами (ригели и прогоны остекления)	Конструктивные	1/200	Приводящие к уменьшению зазора между несущими элементами и оконным или дверным заполнением,

			расположенны м под элементами
	Эстетико- психологиче ские	Те же, что в поз. 2, а	

Обозначения, принятые в табл. 1.7:

l - расчетный пролет элемента конструкции;

a - шаг балок или ферм, к которым крепятся подвесные крановые пути.

Примечания: 1. Для консоли вместо l следует принимать удвоенный ее вылет.

В поз. 2, а цифры, указанные в скобках, следует принимать при высоте помещений до 6 м включительно.

При ограничении прогибов эстетико-психологическими требованиями допускается пролет l принимать равным расстоянию между внутренними поверхностями несущих стен (или колонн).

Расстояние (зазор) от верхней точки тележки мостового крана до нижней точки прогнутых несущих конструкций покрытий (или предметов, прикрепленных к ним) должно быть не менее 100 мм.

Горизонтальные предельные прогибы колонн и тормозных конструкций от крановых нагрузок.

Горизонтальные предельные прогибы колонн зданий, оборудованных мостовыми кранами, крановых эстакад, а также балок крановых путей и тормозных конструкций (балок или ферм), следует принимать по табл. 1.8, но не менее 6 мм.

Прогибы следует проверять на отметке головки крановых рельсов от сил торможения тележки одного крана, направленных поперек кранового пути, без учета крена фундаментов.

Таблица 1.8

Группы режимов	Предельные прогибы f_u
----------------	--------------------------

работы кранов	Колонн		балок крановых путей и тормозных конструкций, зданий и крановых эстакад (крытых и открытых)
	зданий и крытых крановых эстакад	открытых крановых эстакад	
1К - 3К	h/500	h/1500	l/500
4К - 6К	h/1000	h/2000	l/1000
7К - 8К	h/2000	h/2500	l/2000

Обозначения, принятые в табл. 1.8:

h - высота от верха фундамента до головки кранового рельса (для одноэтажных зданий и крытых и открытых крановых эстакад) или расстояние от оси ригеля перекрытия до головки кранового рельса (для верхних этажей многоэтажных зданий);

l - расчетный пролет элемента конструкции (балки).

Горизонтальные предельные сближения крановых путей открытых эстакад от горизонтальных и внецентренно приложенных вертикальных нагрузок от одного крана (без учета крена фундаментов), ограничиваемые исходя из технологических требований, следует принимать равными 20 мм.

Горизонтальные предельные перемещения и прогибы каркасных зданий, отдельных элементов конструкций и опор конвейерных галерей от ветровой нагрузки, крена фундаментов и температурных климатических воздействий.

Горизонтальные предельные перемещения каркасных зданий, ограничиваемые исходя из конструктивных требований (обеспечение целостности заполнения каркаса стенами, перегородками, оконными и дверными элементами), приведены в табл. 1.9.

Горизонтальные перемещения каркасных зданий следует определять, как правило, с учетом крена (поворота) фундаментов. При этом нагрузки от веса оборудования, мебели, людей, складироваемых материалов и изделий следует

учитывать только при сплошном равномерном загрузении всех перекрытий многоэтажных зданий этими нагрузками (с учетом их снижения в зависимости от числа этажей), за исключением случаев, при которых по условиям нормальной эксплуатации предусматривается иное загрузение.

Крен фундаментов следует определять с учетом ветровой нагрузки, принимаемой в размере 30 % нормативного значения.

Для зданий высотой до 40 м (и опор конвейерных галерей любой высоты), расположенных в ветровых районах I-IV, крен фундаментов, вызываемый ветровой нагрузкой, допускается не учитывать.

Таблица 1.9.

Здания, стены и перегородки	Крепление стен и перегородок к каркасу здания	Предельные перемещения f_u
1. Многоэтажные здания	Любое	$h/500$
2. Один этаж многоэтажных зданий:	Податливое	$h_s/300$
а) стены и перегородки из кирпича, гипсобетона, железобетонных панелей	Жесткое	$h_s/500$
б) стены, облицованные естественным камнем, из керамических блоков, из стекла (витражи)	«	$h_s/700$
3. Одноэтажные здания (с самонесущими стенами) высотой этажа h_s , м:	Податливое	
$h_s \leq 6$		$h_s/150$
$h_s = 15$		$h_s/200$
$h_s = 30$		$h_s/300$

Обозначения, принятые в табл. 1.9:

h - высота многоэтажных зданий, равная расстоянию от верха фундамента до оси ригеля покрытия;

h_s - высота этажа в одноэтажных зданиях, равная расстоянию от верха фундамента до низа стропильных конструкций; в многоэтажных зданиях: для нижнего этажа - равная расстоянию от верха фундамента до оси ригеля перекрытия; для остальных этажей - равная расстоянию между осями смежных ригелей.

Примечания: 1. Для промежуточных значений h_s (по поз. 3) горизонтальные предельные перемещения следует определять линейной интерполяцией.

2. Для верхних этажей многоэтажных зданий, проектируемых с использованием элементов покрытий одноэтажных зданий, горизонтальные предельные перемещения следует принимать такими же, как для одноэтажных зданий. При этом высота верхнего этажа h_s принимается от оси ригеля междуэтажного перекрытия до низа стропильных конструкций.

3. К податливым креплениям относятся крепления стен или перегородок к каркасу, не препятствующие смещению каркаса (без передачи на стены или перегородки усилий, способных вызвать повреждения конструктивных элементов); к жестким - крепления, препятствующие взаимным смещениям каркаса, стен или перегородок.

4. Для одноэтажных зданий с навесными стенами (а также при отсутствии жесткого диска покрытия) и многоэтажных этажерок предельные перемещения допускается увеличивать на 30 % (но принимать не более $h_s/150$).

Горизонтальные перемещения бескаркасных зданий от ветровых нагрузок не ограничиваются, если их стены, перегородки и соединяющие элементы рассчитаны на прочность и трещиностойкость.

Горизонтальные предельные прогибы стоек и ригелей фахверка, а также навесных стеновых панелей от ветровой нагрузки, ограничиваемые исходя из

конструктивных требований, следует принимать равными $1/200$, где 1 - расчетный пролет стоек или панелей.

Горизонтальные предельные прогибы опор конвейерных галерей от ветровых нагрузок, ограничиваемые исходя из технологических требований, следует принимать равными $h/250$, где h - высота опор от верха фундамента до низа ферм или балок.

Горизонтальные предельные прогибы колонн (стоек) каркасных зданий от температурных климатических и усадочных воздействиях следует принимать равными:

$h_s/150$ - при стенах и перегородках из кирпича, гипсобетона, железобетона и навесных панелей,

$h_s/200$ - при стенах, облицованных естественным камнем, из керамических блоков, из стекла (витражи), где h_s - высота этажа, а для одноэтажных зданий с мостовыми кранами - высота от верха фундамента до низа балок кранового пути.

При этом температурные воздействия следует принимать без учета суточных колебаний температур наружного воздуха и перепада температур от солнечной радиации.

При определении горизонтальных прогибов от температурных климатических и усадочных воздействий их значения не следует суммировать с прогибами от ветровых нагрузок и от крена фундаментов.

1.2.7. Оценка местных деформаций.

К местным деформациям (перемещениям) отдельных конструкций и их частей относят прогибы и углы поворота в различных плоскостях. Необходимо иметь в виду, что 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. 1.10, для прогибов

стальных изгибаемых элементов и относительных отклонений колонн — в табл. 1.11., 1.12.

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

Таблица 1.10.

Значение предельно допустимых прогибов ж/б конструкций

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

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

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.

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 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 1.11.

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 режимов работы	1/500 1/600
2. Один этаж многоэтажных зданий: 2. Перекрытия с плоским потолком и элементы покрытия (кроме указанных в поз. 4) при пролетах, м: $1 < 6$ $6 \leq l \leq 7,5$ $l > 7,5$	1/200 3 см 1/250
3. Перекрытия с ребристым потолком и элементы лестниц при пролетах, м: $l < 5$ $5 \leq l \leq 10$ $l > 10$	1/200 2,5 см 1/400
4. Элементы покрытий сельскохозяйственных зданий производственного назначения при пролетах, м: $1 < 6$, $6 \leq l \leq 10$ $l > 10$	1/150 4 см 1/250
5. Навесные стеновые панели (при расчете из плоскости) при пролетах, м: $1 < 6$ $6 \leq l \leq 7,5$ $l > 7,5$	1/200 3 см 1/250

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 1/350 длины пролета.

Таблица 1.12.

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

	сооружениях с количеством циклов нагружения $2 \cdot 10^8$ и более
Поперечное: при плоской расчетной схеме при пространственной расчетной схеме Продольное	1/2500 1/4000

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

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

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.

1.2.8. Признаки деформации грунтов и дефектов фундаментов: смещения по вертикали, трещины, наклоны или перекосы конструкций и элементов здания (сооружения).

Наблюдение за деформациями зданий и сооружений представляют собой одну из важных и ответственных задач в практической геодезии. С абсолютной уверенностью можно констатировать, что ни одно строительство крупных зданий или сооружений не обходится без деформационных измерений, а для сооружений, где от величины происходящих деформаций зависит их устойчивость и особенно нормальный режим технологического процесса, наблюдения, начатые в период строительства, могут продолжаться и весь период эксплуатации. При этом объем и сложность наблюдений, а также требования к точности их производства из года в год возрастают.

Так, например, если при строительстве допустимые ошибки при монтаже конструкций измеряются единицами миллиметров, то при монтаже

технологического оборудования они могут быть ограничены десятыми и даже сотыми долями миллиметра.

Для обеспечения современных требований разрабатываются специальные методы и средства измерений, основанные на последних достижениях науки и техники. Специфика наблюдений за деформациями позволяет, а в некоторых случаях и требует применения автоматизированных систем и приборов.

Для оценки результатов наблюдений за деформациями применяются методы математической статистики. В настоящее время накоплен большой опыт в области теории и практики геодезических измерений деформаций зданий и сооружений.

Деформации оснований зданий и сооружений происходят за счет взаимного перемещения частиц грунта и их сжимаемости. Основными факторами, оказывающих влияние на сжимаемость грунтов являются:

- пористость и глубина сжимаемой толщи;
- вес, размеры, форма и конструктивная жесткость фундамента;
- конструктивная жесткость, распределение давления по подошве фундаментов;
- природные факторы (способность грунта к просадкам, пучению, влажность, уровень грунтовых вод и т.д.).

Грунты оснований (для жилых зданий) по степени сжимаемости условно можно разделить на три вида:

- слабо сжимаемые (модуль упругости $E > 2$ кПа, или когда средняя измеренная осадка здания $S < 5$ см);
- средне сжимаемые (модуль упругости $E < 2$ кПа, или когда средняя измеренная осадка здания $S = 5 - 15$ см);
- сильно сжимаемые (модуль упругости $E < 0,75$ кПа, или когда средняя измеренная осадка здания $S > 15$ см).

Для наглядного представления процесса осадки можно предположить, что все фундаменты здания или сооружения заложены на одной и той же проектной

отметке. В результате сжатия частицы грунта, лежащие на этой плоскости, могут смещаться от начального положения и образовывать некоторую деформируемую поверхность. При этом частицы грунта могут перемещаться как вниз - вверх в вертикальной плоскости, так и в стороны (выдавливание грунта). Поэтому, различают следующие виды деформаций:

- перемещение фундаментов и всего сооружения вниз называют осадкой (равномерно или неравномерно);
- набухание и усадка - деформации, связанные с изменением объема некоторых глинистых грунтов при изменении влажности и температуры;
- оседания земной поверхности - деформации, вызванные разработкой полезных ископаемых или изменением гидрогеологических условий (осадочные грунты);
- перемещение фундаментов вверх - выпучивание (пучинистые грунты);
- перемещение в сторону - горизонтальные смещения или сдвиг здания или сооружения.

Математически характеристика осадок выражается величинами перпендикуляров, опущенных с начальной горизонтальной плоскости, образованной подошвой фундамента, до пересечения с деформированной поверхностью. В тех случаях, когда отрезки этих перпендикуляров равны, осадки называются равномерными, когда отрезки не равны, осадки называют неравномерными.

Равномерные осадки могут происходить лишь в тех случаях, когда давление, вызываемое весом сооружения, и сжимаемость грунтов основания под фундаментом одинаковы. Неравномерные осадки происходят в результате различного давления частей сооружения и неодинаковой сжимаемости грунтов под фундаментом, что в свою очередь вызывает разного рода перемещения и деформации в надземных конструкциях.

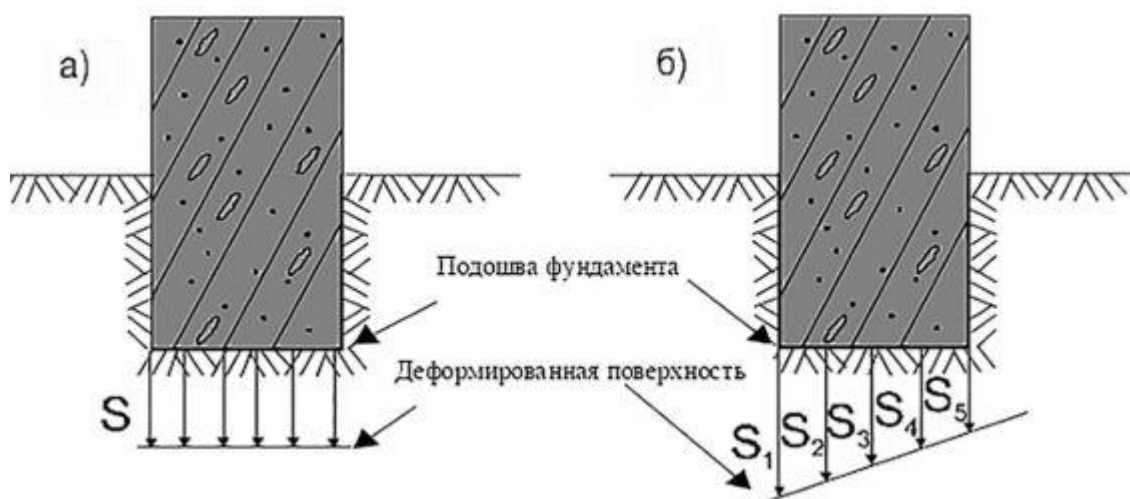


Рис. 1.15. а) равномерные осадки; б) неравномерные осадки.

Следует заметить, что равномерные осадки на сжимаемых грунтах явление достаточно редкое в силу неоднородности геологического строения оснований, так как геологическое строение грунтов, как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях, даже на незначительных площадях неоднородно.

Равномерные осадки не снижают прочности и устойчивости зданий или сооружений, но большие по величине равномерные осадки могут вызвать при эксплуатации сооружения осложнения и способствовать появлению новых нежелательных деформаций.

Неравномерные осадки являются более опасными по вызываемым ими последствиям для зданий и сооружений. Например, даже незначительный наклон высокого сооружения может вызвать нарушения при эксплуатации лифта или привести к перенапряжениям в несущих конструкциях. Опасность тем больше, чем значительнее разность осадок частей сооружений и чем чувствительнее к ним его конструкции.

В том случае, когда сжимаемость грунтов под фундаментом неодинаковая или нагрузка, приходящаяся на грунт, различная, возникают деформации смещения или кручения, которые внешне могут проявляться в виде трещин и даже разломов.

При расчете осадок следует различать конечную или стабилизированную осадку, соответствующую полному уплотнению грунта основания, и нестабилизированную - осадку, изменяющуюся во времени и соответствующую незавершенному процессу уплотнения грунта основания.

Просадки - деформации, носящие провальный характер и вызываемые коренным изменением сложения грунта (например, уплотнением мелкопористого грунта при его замачивании, уплотнение рыхлых песчаных грунтов вследствие сотрясения, оттаиванием мерзлых грунтов, выпиранием грунта из-под сооружения и т.д.).

Деформации основания характеризуются:

- Абсолютной (полной) осадкой отдельных точек фундамента, определяемой измерениями. Абсолютная осадка S каждой отдельной точки сооружения вычисляется как разность отметок начального H_0 и текущего, циклов измерений, определенных относительно отметки исходной, неподвижной точки: $S = H_0 - H_i$

- Средней осадкой здания или сооружения S_{cp} , определяемой вычислением по данным фактических осадок не менее чем трех отдельных фундаментов расположенных в пределах здания или сооружения (вычисляется только при мало изменяемой сжимаемости основания): $S_{cp} = \frac{\sum S}{n}$

где n - кол-во точек. Одновременно со средней осадкой для полноты общей характеристики указывают наибольшую S_{max} и наименьшую S_{min} осадки точек сооружения.

- Разности осадок A_s двух точек i и j или двух циклов наблюдений вычисляются соответственно по формулам: $\Delta S_{ij} = S_j - S_i$

- Послойная деформация ΔS грунтов основания или толщи тела сооружения мощностью z определяется как разность осадок точек, закрепленных в кровле и подошве слоя грунта сооружения: $\Delta S_z = S_{кр} - S_{под}$

Перекосом конструкций (для относительно жестких зданий и сооружений), измеряемым максимальной разностью неравномерных осадок двух соседних опор, отнесенной к расстоянию между ними.

- Креном (для абсолютно жестких зданий и сооружений), представляющим наклон или поворот основных плоскостей всего сооружения в результате неравномерных осадок, без нарушения его цельности и геометрических форм. В строительной практике различают крен сооружения, который характеризуется отклонением его вертикальной оси от отвесной линии и выражается в угловой, линейной или относительной мере, и крен фундамента, понимаемый как отклонение плоскости его подошвы от горизонта и выражаемый в линейной или относительной мере. Для оценки устойчивости сооружений более наглядной является характеристика крена, отнесенная к расстоянию L между точками i и j . Относительный крен K (соответственно -

завал и перекося) вычисляется по формуле:
$$K = \frac{S_j - S_i}{L}$$

- Относительным прогибом фундамента, представляющим частное от деления величины стрелы прогиба на длину изогнувшейся части здания или сооружения. Симметричный относительный прогиб/отдельных частей

сооружения вычисляется по формуле:
$$f = \frac{2S_K - (S_i + S_j)}{2L}$$

где S_i и S_j - осадки точек i и фиксированных по краям прямолинейного участка сооружения длиной L ; S_K - осадка точки K , расположенной в середине между точками i и j и направление прогиба определяется знаками: плюс - выпуклая чаша, минус - вогнутая чаша.

- Кручением здания, представляющим собой сложную деформацию, поворот его параллельных поперечных сечений вокруг продольной оси в разные стороны и на разные углы.

- Горизонтальное смещение Q отдельной точки сооружения характеризуется разностью ее координат X_n, Y_n, X_m, Y_m соответственно в n -ом

и m -ом циклах наблюдений. Положение осей координат, как правило, совпадает с главными осями сооружений. В общем случае смещения вычисляют по формулам: $Q_x = X_n - X_m$;

- Трещинами, представляющих собой разрывы в отдельных элементах конструкций здания или сооружения и возникающих вследствие неравномерных осадок и дополнительных напряжений, вызванных этими осадками.

Основные причины осадок и деформаций можно условно разделить на две группы: общие причины и частные причины.

Общие причины обусловлены особенностями инженерно-геологическими и гидрологическими условиями, а также физико-механическими свойствами грунтов. К ним относятся:

- способность грунтов к упругим и пластическим деформациям (просадкам, оползням, карстовым явлениям и т.п.) под влиянием приложенных нагрузок;
- неоднородное геологическое строение основания, приводящее к неравномерному сжатию и перемещениям грунтов под воздействием нагрузок от собственного веса сооружения;
- пучение при замерзании грунтов насыщенных влагой и оттаивании мерзлых насыщенных льдом грунтов;
- изменение гидротермических условий, связанных с сезонными и многолетними колебаниями температуры и уровня грунтовых вод.

Частные причины обусловлены погрешностями, возникающими при изысканиях и проектировании, особенностями при производстве строительных работ, эксплуатации зданий и сооружений. К ним относятся:

- недостаточно правильная планировка участка, плохой дренаж атмосферных и паводковых вод;
- неточности, допущенные при проведении инженерногеологических и гидрогеологических изысканий;

- искусственное понижение или повышение уровня грунтовых вод при проведении строительных работ;
- увлажнение лессовидных и оттаивание мерзлых грунтов;
- ослабление основания подземными разработками, приводящее к смещению всей толщи напластований над выработками или к выносу частиц грунта в выработанное пространство;
- возведение (в непосредственной близости) новых крупных сооружений;
- изменение давления, вызванное надстройкой, переменной загрузкой и т.п.;
- неравномерное распределение давления сооружения по подошве фундамента (ступенчатые надземные конструкции);
- форма, размеры и конструктивная жесткость фундамента;
- вибрация фундаментов, вызываемая интенсивным движением транспорта (особенно рельсового), работой всевозможных машин и оборудования.

Причины деформации фундаментов и сооружений

Грунты - структура нестабильная. В процессе строительства, в период эксплуатации объектов под влиянием многотонной нагрузки, других воздействий в их основании происходят процессы, которые не были спрогнозированы при строительстве. Можно выделить несколько причин, в числе которых:

- использование некачественных стройматериалов;
- нарушение строительных технологий;
- ошибки в конструкторских расчетах (чрезмерная нагрузка на фундамент);
- избыточное водонасыщение грунта в основании;
- появление полостей (промылов) под строением;
- химическое воздействие на фундамент;
- нарушение правил эксплуатации и ремонта сооружения;

- увеличение статической нагрузки (достройка этажа, внутреннее переоснащение объекта тяжелым оборудованием);
- динамическое воздействие на фундамент сторонних объектов и процессов.

Наиболее распространенной причиной деформации фундаментов зданий, сооружений является водонасыщение грунта в основании (подтопление при авариях коммунальных сетей, дождевыми стоками).

Опасность воздействия аварийных коммунальных стоков не только в изменении прочностных и деформационных свойств породы, но и в их химической активности, что приводит к разрушению бетона, а затем и связующей его арматуры.

Кроме того, зачастую аварии на водопроводе сопровождаются вымыванием грунта в основании строения, образованием промывов (полостей).

Деформация фундаментов зданий может быть вызвана увеличением нагрузки на грунт вследствие строительства рядом нового объекта. Причиной также может стать разрыхление и снижение прочностных свойств породы при рытье рядом котлована, а также вследствие вибрационных (ударных) нагрузок при вбивании свай по соседству.

В расположенных на склоне зданиях деформации основания, фундаментов могут появиться после оползневых подвижек грунта.

Виды деформации фундаментов зданий, сооружений

В зависимости от того, какого рода воздействие претерпевает грунт и опорные конструкции здания, возможно различное проявление деформации фундаментов и сооружений. Это трещины в стенах и цоколе строения, перекосы оконных, дверных проемов (затруднен процесс открывания-закрывания), разрушение штукатурки, появление щелей в местах сопряжения конструкций (плит), крен лестничных проемов, других конструктивных элементов здания. Что может вызвать появление этих дефектов.

- Перекос.

- Прогиб.
- Крен.
- Осадка, просадка.

Прогноз величины деформаций оснований на стадии проектирования сооружения позволяет выбрать наиболее правильные конструктивные решения фундаментов и надземных частей зданий и сооружений. Осадки оснований оказывают решающее влияние на прочность и устойчивость подземных конструкций.

Осадкой называется медленная и сравнительно небольшая деформация, происходящая в результате уплотнения грунта под действием нагрузок и сопротивляющаяся коренным изменениям его структуры. При равномерных осадках основания подошва фундамента в любой момент времени опускается на одинаковую величину. Такие осадки не вызывают перераспределения усилий в конструкциях, но затрудняют нормальную эксплуатацию. При неравномерных осадках основания подошва фундамента опускается на разную величину, вызывая перераспределение усилий и деформаций в надземных частях зданий и сооружений. Такие осадки ухудшают эксплуатацию оборудования, изменяют условия устойчивости сооружений, вызывают перенапряжения в отдельных конструкциях и элементах. В зависимости от характера развития неравномерных осадок и от жесткости здания или сооружения возникают следующие виды деформаций. Прогиб и выгиб возникают в протяженных зданиях и сооружениях, не обладающих большей жесткостью. В случае развития прогиба (рис. 1.16,а) наиболее опасная зона растяжения находится в нижней части здания или сооружения, выгибе (см. рис. 1.16,б), — наоборот, в верхней части сооружения.

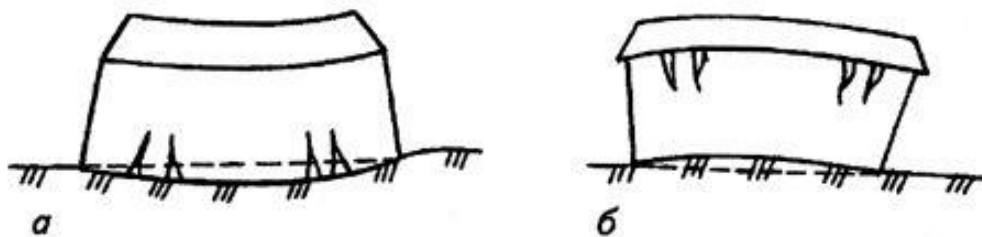


Рис. 1.16. а – схема прогиба; б – выгиб сооружения.

Относительный прогиб или выгиб (f/L) здания или сооружения оценивается отношением стрелы прогиба или выгиба к длине прогнувшейся части здания и кривизной изгибаемого участка (рис. 1.17) и определяется по

формуле:
$$\frac{f}{L} = \frac{(2S_2 - S_1 - S_3)}{2L}$$

где S_1 и S_3 — осадки в краях фундамента; S_2 — наибольшая или наименьшая осадка фундамента; L — длина фундамента.

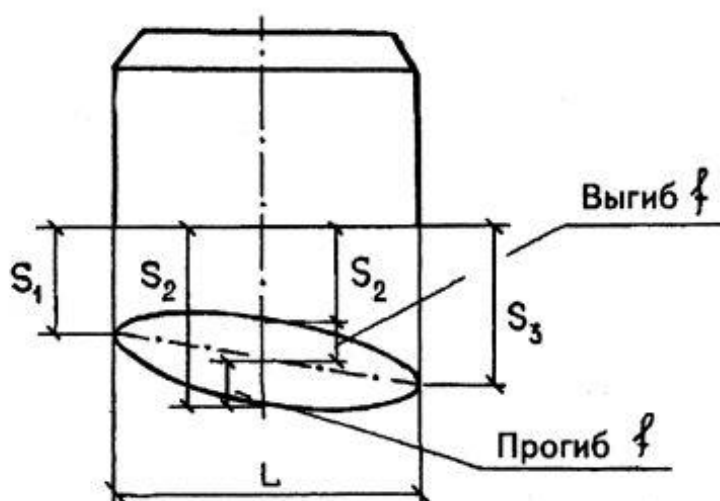


Рис. 1.17. Относительный прогиб или выгиб сооружения.

Крен (наклон) — поворот фундамента относительно горизонтальной оси, проявляющийся при несимметричной загрузке основания. Наибольшую опасность данный вид деформации представляет для высоких сооружений — дымовых труб, узких зданий повышенной этажности и др., т.е. характерен для жестких сооружений.

Крен рассматривается как разность абсолютных осадок двух точек фундаментов, отнесенных к расстоянию между ними (рис. 7.3), и определяется

по формуле:
$$i = \frac{S_1 - S_2}{L}$$

где S_1 и S_2 — осадки крайних точек сплошного фундамента или двух фундаментов.

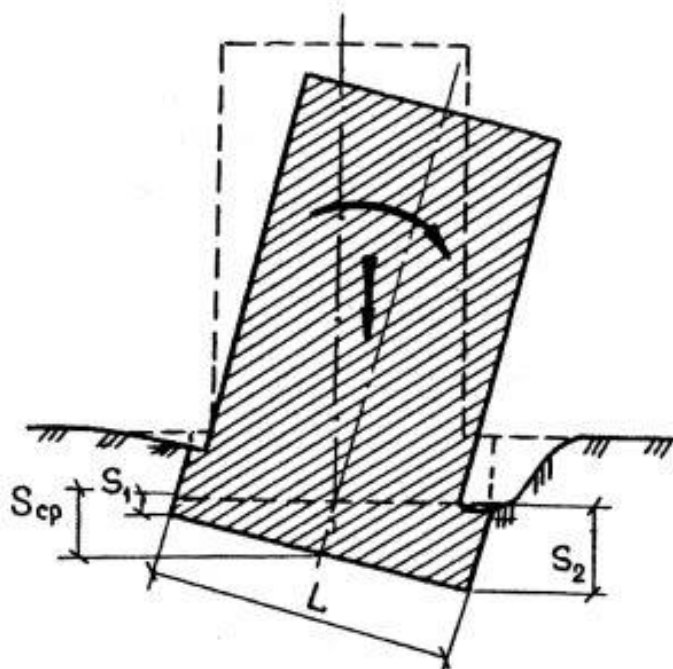


Рис. 1.18. Крен сооружения.

Перекося зданий и сооружений характерен при резком проявлении неравномерности осадок на участке небольшой протяженности при сохранении относительной вертикальности несущих конструкций (рис. 1.18). Кручение возникает при неодинаковом крене здания или сооружения по длине, при этом происходит развитие крена в двух сечениях сооружения в разные стороны

Горизонтальные перемещения фундаментов зданий или сооружений возникают при действии на основания горизонтальных нагрузок. Например, устои мостов, гидротехнические сооружения, они возможны при развитии оползней и при выполнении подземных выработок.

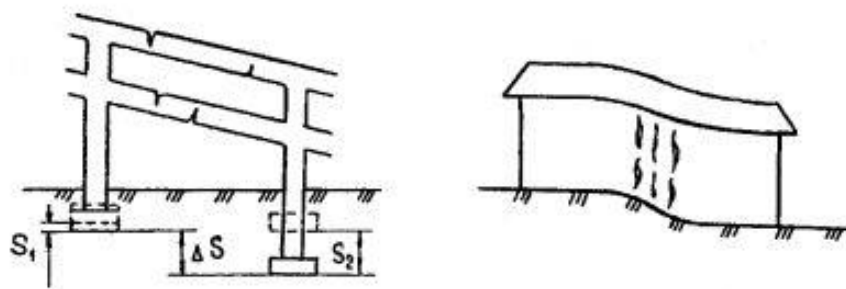


Рис. 1.19. Перекос сооружения

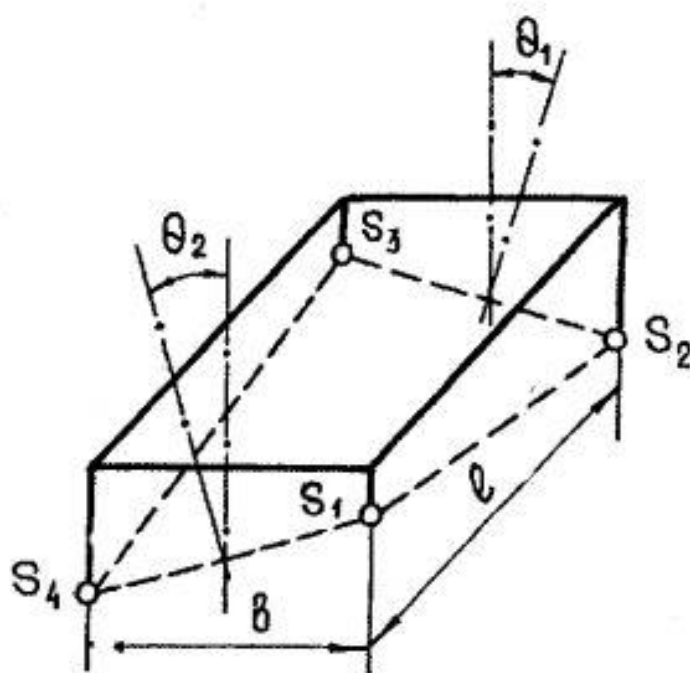


Рис. 1.20. Кручение сооружения

1.2.9. Определение прочности материалов (приближенные способы; экспериментальные способы)

Контроль и оценку прочности бетона на предприятиях и в организациях, производящих БСГ, сборные, сборно-монолитные и монолитные бетонные и железобетонные конструкции, следует проводить статистическими методами с учетом характеристик однородности бетона по прочности.

Приемка бетона путем сравнения его фактической прочности с требуемой без учета характеристик однородности бетона по прочности не допускается.

Контролю подлежат все виды нормируемой прочности:

- прочность в проектном возрасте - для БСГ, сборных, сборно-монолитных и монолитных конструкций;

- отпускная и передаточная прочность - для сборных конструкций;

- прочность в промежуточном возрасте - для БСГ и монолитных конструкций (при снятии несущей опалубки, нагружении конструкций до достижения ими проектной прочности и т.д.).

В случае, если нормируемая отпускная или передаточная прочность бетона сборных конструкций или прочность бетона в промежуточном возрасте для БСГ или монолитных конструкций составляет 90% и более значения проектного класса, контроль прочности в проектном возрасте не проводят.

Контроль прочности бетона по каждому виду нормируемой прочности, проводят по одной из следующих схем:

- схема А - определение характеристик однородности бетона по прочности, когда используют не менее 30 единичных результатов определения прочности, полученных при контроле прочности бетона предыдущих партий БСГ или сборных конструкций в анализируемом периоде;

- схема Б - определение характеристик однородности бетона по прочности, когда используют не менее 15 единичных результатов определения прочности бетона в контролируемой партии БСГ или сборных конструкций и предыдущих проконтролированных партиях в анализируемом периоде;

- схема В - определение характеристик однородности бетона по прочности, когда используют результаты неразрушающего контроля прочности бетона одной текущей контролируемой партии конструкций;

- схема Г - без определения характеристик однородности бетона по прочности, когда при изготовлении отдельных конструкций или в начальный период производства невозможно получить число результатов определения прочности бетона, предусмотренное схемами А и Б, или при проведении неразрушающего контроля прочности бетона без построения градуировочных

зависимостей, но с использованием универсальных зависимостей путем их привязки к прочности бетона контролируемой партии конструкций.

Примечание - В исключительных случаях (при невозможности проведения сплошного контроля прочности бетона монолитных конструкций с использованием неразрушающих методов) допускается определять прочность бетона по контрольным образцам, изготовленным на строительной площадке и или по контрольным образцам, отобраным из конструкций. При этом фактический класс прочности бетона в партии конструкций при $n \geq 15$ рассчитывают, при $n < 15$.

Контроль прочности бетона проводят:

- для БСГ - по схемам А, Б, Г;
- для сборных конструкций - по схемам А, Б, В, Г;
- для монолитных конструкций - по схемам В, Г.

В качестве характеристик однородности бетона по прочности, используемых для определения требуемой прочности бетона R_T или фактического класса бетона V_{Φ} , вычисляют коэффициенты вариации прочности бетона:

- средний V_m - для всех партий БСГ и сборных конструкций за анализируемый период - при контроле по схеме А;
- скользящий V_c - средний для контролируемой и последних предыдущих партий - при контроле по схеме Б;
- V_m - для текущей партии БСГ и конструкций - при контроле по схеме В.

При контроле и оценке прочности бетона БСГ на предприятии-изготовителе:

- по схеме А:

определяют фактическую прочность бетона R_m и текущий коэффициент вариации прочности бетона V_m в каждой партии, изготовленной в течение анализируемого периода,

рассчитывают средний коэффициент вариации прочности бетона V_m за анализируемый период,

определяют требуемую прочность бетона R_T для следующего контролируемого периода,

проводят оценку прочности бетона каждой партии, изготовленной в контролируемом периоде;

- по схеме Б:

определяют фактическую прочность бетона R_T в контролируемой партии, рассчитывают характеристики однородности бетона по прочности: текущий коэффициент вариации прочности бетона V_m и скользящий коэффициент вариации прочности бетона V_c ,

определяют требуемую прочность бетона R_T в контролируемой партии,

проводят оценку прочности бетона в контролируемой партии;

- по схеме Г:

определяют фактическую прочность бетона R_m в каждой партии, изготовленной в контролируемом периоде,

определяют требуемую прочность бетона R_T ,

проводят оценку прочности бетона в контролируемой партии.

При контроле и оценке прочности бетона партий монолитных конструкций:

- по схеме В:

определяют неразрушающими методами фактическую прочность бетона R_m в контролируемой партии,

рассчитывают текущий коэффициент вариации прочности бетона V_m в контролируемой партии с учетом погрешности применяемых неразрушающих методов при определении прочности по,

определяют фактический класс бетона по прочности B_{Φ} ,

оценку фактического класса бетона по прочности в контролируемой партии;

- по схеме Г:

определяют неразрушающими или разрушающими методами фактическую прочность бетона R_m в контролируемой партии,

определяют фактический класс бетона по прочности V_{ϕ} в контролируемой партии,

проводят оценку прочности бетона в контролируемой партии.

В состав партии БСГ следует включать БСГ одного номинального состава по ГОСТ 27006, приготовленную по одной технологии.

В состав партии сборных или монолитных конструкций включают конструкции, изготовленные из бетонной смеси одного номинального состава, отформованные по одной технологии.

При контроле прочности ячеистого бетона из готовых конструкций каждой партии или из блоков, изготовленных одновременно с конструкциями, выпиливают или выбурируют пробы бетона не менее чем на двух участках.

Контрольные образцы бетона сборных конструкций должны твердеть в одинаковых с конструкциями условиях до определения отпускной или передаточной прочности. Последующее твердение образцов, предназначенных для определения прочности бетона в проектном возрасте, должно проходить в нормальных условиях при температуре $(20 \pm 3)^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха $(95 \pm 5)\%$.

Контрольные образцы из БСГ, предназначенной для изготовления монолитных конструкций, должны твердеть на предприятии - изготовителе бетонной смеси в нормальных условиях.

Контрольные образцы, изготовленные на строительной площадке при осуществлении входного контроля прочности бетона партий БСГ, должны твердеть в нормальных условиях.

Контрольные образцы, изготовленные на строительной площадке для контроля и оценки прочности бетона партий монолитных конструкций по 4.3, должны твердеть в условиях, предусмотренных проектом производства работ

или технологическим регламентом на производство монолитных бетонных и железобетонных конструкций данного объекта строительства.

Контроль прочности бетона косвенными неразрушающими методами проводят с обязательным использованием градуировочных зависимостей, предварительно установленных в соответствии с требованиями ГОСТ 22690 и ГОСТ 17624.

При контроле отпускной и передаточной прочности бетона сборных конструкций неразрушающими методами число контролируемых конструкций каждого вида принимают не менее 10% или не менее 12 конструкций из партии. Если партия состоит из 12 конструкций и менее, проводят сплошной контроль. При этом число контролируемых участков должно быть не менее одного на 4 м длины линейных конструкций и не менее одного на 4 м ГОСТ 18105-2010 Бетоны. Правила контроля и оценки прочности площади плоских конструкций.

При контроле прочности бетона монолитных конструкций в промежуточном возрасте неразрушающими методами контролируют не менее одной конструкции каждого вида (колонна, стена, перекрытие, ригель и т.д.) из контролируемой партии.

При контроле прочности бетона монолитных конструкций в проектном возрасте неразрушающими методами проводят сплошной неразрушающий контроль прочности бетона всех конструкций контролируемой партии. При этом число контролируемых участков должно быть не менее:

- трех на каждую захватку - для плоских конструкций (стен, перекрытий, фундаментных плит);
- одного на 4 м длины (или трех на захватку) - для каждой линейной горизонтальной конструкции (балка, ригель);
- шести на каждую конструкцию - для линейных вертикальных конструкций (колонна, пилон).

Общее число участков измерений для расчета характеристик однородности прочности бетона партии конструкций должно быть не менее 20.

Число измерений, проводимых на каждом контролируемом участке, принимают по ГОСТ 17624 или ГОСТ 22690.

Примечание - При проведении обследований и экспертной оценке качества линейных вертикальных конструкций число контролируемых участков должно быть не менее четырех.

Фактическую прочность бетона в партии R_m , МПа, рассчитывают по формуле: $R_m = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n}$

где R_i - единичное значение прочности бетона, МПа;

n - общее число единичных значений прочности бетона в партии.

За единичное значение прочности бетона принимают:

- при контроле по образцам - среднюю прочность серий образцов, изготовленных из одной пробы БСГ, для контроля одного вида нормируемой прочности;

- при контроле неразрушающими методами - среднюю прочность бетона контролируемого участка или зоны конструкции или среднюю прочность бетона отдельной конструкции.

Правило выбора единичного значения прочности бетона при применении неразрушающих методов в зависимости от вида конструкций.

Требуемую прочность бетона каждого вида R_T для БСГ и сборных конструкций, МПа, рассчитывают по формуле: $R_T = K_T B_{норм.}$

При контроле по схемам А и В коэффициент K_T принимают по таблице 2 в зависимости от среднего коэффициента вариации прочности бетона за анализируемый период V_m или текущего коэффициента вариации прочности бетона контролируемой партии V_m ; при контроле по схеме Б коэффициент K_T

рассчитывают по формуле: $K_T = \frac{1}{1 - t_a \frac{V_c}{100}}$

где коэффициент t_a в зависимости от общего числа единичных значений прочности бетона в проконтролированных партиях БСГ или конструкций, по которым рассчитан скользящий коэффициент вариации прочности V_c .

Таблица 1.13.

Коэффициент t_a

Число единичных значений прочности бетона n	Коэффициент t_a
15	1,76
20	1,73
25	1,71
30	1,70
>30 до 60 включ.	1,68
>60	1,64

При контроле по схеме А продолжительность контролируемого периода, в течение которого может использоваться значение требуемой прочности, определенное в анализируемом периоде, следует принимать от одной недели до одного месяца.

Фактический класс бетона по прочности монолитных конструкций B_Φ при контроле по схеме В рассчитывают по формуле: $B_\Phi = \frac{R_m}{K_T}$.

Фактический класс бетона по прочности отдельных вертикальных монолитных конструкций B_Φ при контроле по схеме В рассчитывают по формуле: $B_\Phi = R_m - t_\beta \frac{S_T}{\sqrt{n}}$.

Фактический класс бетона по прочности монолитных конструкций B_Φ при контроле по схеме Г принимают равным 80% средней прочности бетона конструкций, но не менее минимального частного значения прочности бетона отдельной конструкции или участка конструкции, входящих в контролируемую партию. $B_\Phi = 0,8R_m$

За единичное значение прочности бетона при неразрушающем контроле принимают:

- при контроле сборных конструкций (плоских и многопустотных плит перекрытий и покрытий, дорожных плит, панелей внутренних несущих стен, стеновых блоков, а также напорных и безнапорных труб) - среднюю прочность бетона конструкции, вычисленную как среднеарифметическое значение прочности бетона контролируемых участков конструкции;

- при контроле других видов конструкций - среднюю прочность бетона конструкции или контролируемого участка или зоны конструкции, или части монолитной и сборно-монолитной конструкции.

Определение прочности металла. Одно из основных требований, которое предъявляют к металлу, применяемому для производства металлических конструкций и деталей, является прочность. Для ее определения берется образец металла и растягивается на испытательной машине. Эталон становится тоньше, площадь поперечного сечения уменьшается с одновременным увеличением его длины. В определенный момент образец начинает растягиваться лишь в одном месте, образуя «шейку». А через некоторое время происходит разрыв в области самого тонкого места. Так ведут себя исключительно вязкие металлы, хрупкие: твердая сталь и чугун растягиваются незначительно и у них не образуется шейка.

Нагрузка на образец определяется специальным прибором, который носит название силоизмеритель, он вмонтирован в испытательную машину. Для вычисления основной характеристики металла, называемой пределом прочности материала, надо максимальную нагрузку, выдержанную образцом до разрыва, разделить на величину площади поперечного сечения до растяжения. Эта величина необходима конструктору для того, чтобы определиться с размерами изготавливаемой детали, и технологу назначить режимы обработки.

К высокопрочным металлам можно отнести следующие:

- Титан. Он обладает такими свойствами:

- высокой удельной прочностью;
- стойкостью к повышенным температурам;

- низкой плотностью;
- стойкостью к коррозии;
- механической и химической выносливостью.

Титан находит применение в медицине, военной промышленности, кораблестроении, авиации.

- Уран. Самый известный и прочный металл в мире, является слабым радиоактивным материалом. Встречается в природе в чистом виде и в соединениях. Он относится к тяжелым металлам, гибкий, ковкий и относительно пластичный. Широко используется в производственных сферах.

- Вольфрам. Расчет прочности металла показывает, что это самый прочный и тугоплавкий металл, не поддающийся химическому воздействию. Хорошо куется, его можно вытянуть в тонкую нить. Используется для нити накаливания.

- Рений. Тугоплавкий, имеет высокую плотность и твердость. Очень прочный, не подвержен перепадам температуры. Находит применение в электронике и технике.

- Осмий. Твердый металл, тугоплавкий, стойкий к механическим повреждениям и агрессивным средам. Применяют в медицине, используют для ракетной техники, электронной аппаратуры.

- Иридий. В природе в свободном виде встречается редко, чаще – в соединениях с осмием. Механической обработке поддается плохо, имеет высокую стойкость к химическим веществам и прочность. Сплавы с металлом: титаном, хромом, вольфрамом, используют для изготовления ювелирных изделий.

- Бериллий. Высокотоксичный металл с относительной плотностью, имеющий светло-серый цвет. Находит применение в черной металлургии, атомной энергетике, лазерной и аэрокосмической технике. Имеет высокую твердость и используется для легирования сплавов.

- Хром. Очень твердый металл с высокой прочностью, бело-голубого цвета, обладает стойкостью к щелочам и кислотам. Прочность металла и сплавов позволяют их использовать для изготовления медицинского и химического оборудования, а также для металлорежущих инструментов.

- Тантал. Металл серебристого цвета, имеет высокую твердость, прочность, обладает тугоплавкостью и стойкостью к коррозии, пластичен, легко обрабатывается. Находит применение при создании ядерных реакторов, в металлургии и химической промышленности.

- Рутений. Принадлежит к металлам платиновой группы. Обладает высокой прочностью, твердостью, тугоплавкостью, химической стойкостью. Из него изготавливают контакты, электроды, острые наконечники.

Для испытания металлов на прочность применяют химические, физические и технологические методы. Твердость определяет, как сопротивляются материалы деформациям. Стойкий металл имеет большую прочность и детали, изготовленные из него, меньше изнашиваются. Для определения твердости вдавливают шарик, алмазный конус или пирамидку в металл. Значение твердости устанавливают по диаметру отпечатка или по глубине вдавливания предмета. Более крепкий металл меньше деформируется, и глубина отпечатка будет меньше.

А вот образцы на растяжение испытываются на разрывных машинах с плавно нарастающей при растягивании нагрузкой. Эталон может иметь в сечении круг или квадрат. Для проверки металла противостоять нагрузкам ударного характера проводят испытания на удар. В середине специально изготовленного образца делают надрез и устанавливают его напротив ударного устройства. Разрушение должно происходить там, где слабое место. При испытании металлов на прочность структуру материала исследуют рентгеновскими лучами, ультразвуком и при помощи мощных микроскопов, а также используют травление химическими веществами.

К технологическим относятся самые простые виды испытаний на разрушение, пластичность, ковку, сварку. Испытание на выдавливание дает возможность определить, способен ли листовой материал подвергаться холодной штамповке. С помощью шарика в металле выдавливают лунку, пока не появится первая трещина. Глубина ямки до появления разрушения и будет характеризовать пластичность материала. Испытание на изгиб дает возможность определить способность листового материала принимать нужную форму. Это испытание используют для оценки качества швов при сварке. Для оценки качества проволоки используется проба на перегиб. Трубы испытывают на расплющивание и изгиб.

Нормативными документами по механическим свойствам крепежных изделий введено понятие класс прочности металла и установлена система обозначения. Каждый класс прочности обозначается двумя цифрами, между которыми ставится точка. Первое число означает предел прочности, уменьшенный в 100 раз. Например, класс прочности 5.6 означает, что предел прочности будет 500. Второе число увеличено в 10 раз – это отношение предела текучести к временному сопротивлению, выраженному в процентах ($500 \times 0,6 = 300$), т. е. 30 % составляет минимальный предел текучести от предела прочности на растяжение.

Одним из основных параметров, которые характеризуют сопротивление металлов воздействиям силы, является нормативное сопротивление. Оно устанавливается по нормам проектирования. Расчетное сопротивление получается в результате деления нормативного на соответствующий коэффициент надежности по данному материалу. В некоторых случаях учитывают еще и коэффициент условий работы конструкций. В вычислениях, имеющих практическое значение, в основном используют расчетное сопротивление металла.

Пути повышения прочности металла. Существует несколько способов повышения прочности металлов и сплавов:

Создание сплавов и металлов, имеющих бездефектную структуру. Имеются разработки по изготовлению нитевидных кристаллов (усов) в несколько десятков раз превышающих прочность обыкновенных металлов.

Получение объемного и поверхностного наклепа искусственным путем. При обработке металла давлением (ковка, волочение, прокатка, прессование) образуется объемный наклеп, а накатка и дробеструйная обработка дает поверхностный наклеп.

Создание легированного металла, используя элементы из таблицы Менделеева.

Очищение металла, от имеющихся в нем примесей. В результате этого улучшаются его механические свойства, распространение трещин значительно уменьшается.

Устранение с поверхности деталей шероховатости.

Прочность деревянных конструкций зависит от прочности составляющих их досок, брусьев и бревен, наличия пороков древесины (сучков), которые ослабляют прочность.

По своему строению древесина имеет пористое строение, вследствие этого она является анизотропным материалом, и имеет отличающиеся механические свойства по различным направлениям. Максимального значения прочность древесины достигает, когда направление действующей силы совпадает с направлением волокон, с увеличением угла между действующей силой и направлением волокон прочность древесины уменьшается в несколько раз.

Определение предела прочности древесины производится путем испытания стандартных образцов на специальных машинах. Образцы выполняются из древесины, не содержащей каких-либо пороков. Испытания показали большой разброс прочности даже у образцов одной породы, как следствие неоднородности древесины. При испытании хвойных пород, наиболее широко используемых в строительстве, обнаружилось, что прочность ранней древесины в 2-3 раза ниже прочности поздней древесины. Содержание

поздней древесины и толщина стенок ее трахеид отличаются от более ранней. Со временем стенки трахеид становятся толще, объемный вес древесины растет, прочность увеличивается.

Прочность разных пород древесины зависит также от ее влажности и возраста; древесина молодых деревьев имеет значительно меньшую прочность, чем у взрослых деревьев, а при увеличении влажности прочность может уменьшиться почти вдвое.

Прочность древесины при сжатии. При испытаниях стандартных образцов на сжатие вдоль волокон предел прочности получается примерно в 2—2,5 раза меньше, чем при растяжении. При влажности 15% предел прочности на сжатие древесины сосны и ели в среднем равен 400 кг/см^2 , модуль упругости при этом примерно такой же, как при растяжении. Влияние пороков — сучков — меньше, чем при растяжении, и при допустимом по нашим нормам для сжатых элементов размере сучков в $1/3$ стороны элемента прочность древесины при сжатии составляет 0,6—0,7 от прочности элемента тех же размеров, но без сучков. Обычно размеры сжатых элементов вычисляются, при пониженном напряжении не из расчета на прочность, а из расчета на изгиб. При таких свойствах работа сжатых элементов в конструкциях более надежна, чем растянутых. Благодаря этому металлодеревянные конструкции получили такое широкое применение, их основные растянутые элементы сделаны из стали, а сжатые и сжато-изогнутые из дерева.

Рассмотрим диаграмму сжатия, при $\varphi > 0,5$ она более криволинейна, чем при растяжении. При меньших же значениях φ ее криволинейность незначительна, поэтому ее можно принять прямолинейной до условного предела пропорциональности, который равен 0,5.

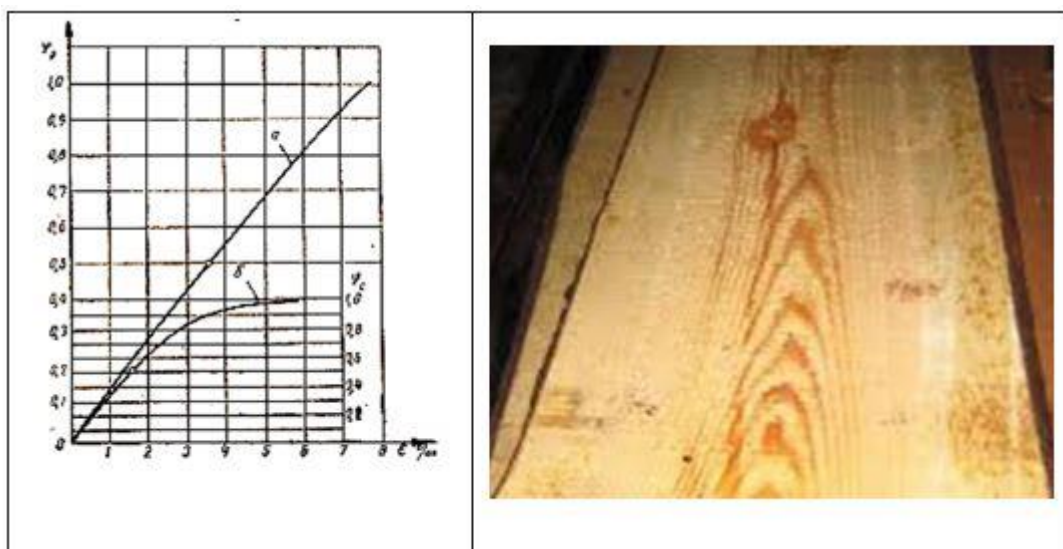


Рис. 1.21. Диаграмма работы древесины сосны: а — при растяжении, б — при сжатии

Прочность древесины на изгиб. При разрушении появляется характерная складка, она образуется местным изломом волокон. Величина предела прочности древесины на изгиб занимает промежуточное положение между прочностью на сжатие и на растяжение. При влажности 15% предел прочности при изгибе для стандартных элементов из сосны и ели в среднем составляет 750 кг/см². Модуль упругости приблизительно такой же, как при сжатии или при растяжении. При изгибе появляется растянутая зона, поэтому влияние сучков и косослоя довольно таки значительное. При размере сучков в 1/3 стороны сечения элемента (что допускается по действующим нормам как максимум для изгибаемых элементов) предел прочности древесины на изгиб будет составлять 0,5—0,45 от прочности образцов без сучков. Это отношение в брусках и особенно в бревнах будет больше и может достигать 0,6—0,8. Прочность при изгибе одна из важнейших характеристик древесины. При испытании на образцах разрушение начинается с почти невидимых складок в сжатой зоне, а окончательное разрушение происходит в растянутой зоне в виде разрыва или отслоения крайних волокон. Предел прочности по величине занимает промежуточное положение между сжатием и растяжением и равен

Обычно напряжения при изгибе определяют по формуле: $\frac{M}{W} \leq R$

но эта формула справедлива для упругой стадии работы до появления пластических деформаций. В этом случае закон изменения будет прямолинейным и называется условно упругой стадией работы древесины. С увеличением нагрузки эпюра напряжений становится нелинейной за счет того, что крайние волокна начинают терять устойчивость, и усилие сжатия все более и более воспринимает волокна, находящиеся ближе к нейтральной оси. В растянутой зоне наоборот: в крайних волокнах увеличивается напряжение, которое обусловлено равенством плеча внутренних сил, сопротивляющихся изгибающему моменту. Влияние пороков в бревнах при работе на изгиб наблюдается меньше, чем в пиломатериалах, это объясняется тем, что в бревнах отсутствует выход на кромку перерезанных при распиловке волокон и отщепление их в присучковом косослое при изгибе элемента, который наблюдается в пиломатериалах.

Краевое напряжение при изгибе определяется по обычной формуле $\sigma = M/W$ и соответствует линейному распределению напряжений по высоте сечения и действует лишь в пределах небольших напряжений. Если нагрузка будет расти и увеличиваться кривизна, характер эпюры сжимающих напряжений, в соответствии с диаграммой работы на сжатие, будет криволинейным; в то же время нейтральная ось сместиться в сторону растянутой кромки сечения. При этом фактическое краевое напряжение сжатия меньше, а краевое напряжение растяжения больше, чем те, что вычислены по формуле.

Определение предела прочности древесины по формуле $\sigma = M/W$ удобно для сравнительной оценки прочности различной древесины. Стадия разрушения происходит следующим образом: в сжатой зоне происходит образовании складки, затем в растянутой зоне разрываются наружные волокна. Разрушение клеток в растянутой и сжатой зонах происходят аналогично разрушению при осевом растяжении и сжатии. Теоретические

исследования и опыты на практике показали, что на условный предел прочности древесины на изгиб влияет форма поперечного сечения. При одинаковых моментах сопротивления, у прямоугольного сечения он ниже, чем у круглого, и выше, чем у двутаврового.

Предел прочности уменьшится, если увеличить высоту сечения. Все эти факторы учитываются в расчетах, для этого вводят соответствующие коэффициенты в расчетное сопротивление (например, при расчете двутавровых клееных балок). Длительное сопротивление древесины.

Длительное сопротивление является показателем действительной прочности древесины в отличие от предела прочности, определяемого путем кратковременных испытаний. На прочность древесины большое влияние оказывает скорость приложения нагрузки и продолжительность ее действия. При этом разница величины разрушающей нагрузки на одинаковый деревянный элемент при ударе втрое, а при кратковременном равномерном приложении нагрузки вдвое выше, чем длительно действующая нагрузка. Изображая результаты испытаний стандартных образцов (для определения длительной прочности древесины) на графике в координатах «кратковременная прочность – время до разрушения», получим асимптотическую кривую. Асимптотический характер кривой показывает, что прочность с увеличением длительности приложения нагрузки хотя и падает, но не безгранично. Кривая носит название кривой длительного сопротивления древесины, а ордината $0,6R$ или $0,5R$ характеризует предельное значение нагрузки. Разделив величину этой нагрузки на площадь поперечного сечения, получим равный пределу длительной прочности древесины. При замере деформации образцов на этих испытаниях, отмечено другая характерная особенность древесины- свойства ползучести под действием неизменной нагрузки.

При уровне напряжений деформации будут с течением времени затихать, а при напряжениях деформации будут нелинейно возрастать вплоть до разрушения. Яркие свойства ползучести подтверждает тезис о том,

что древесина по структуре своей является природным полимером. Этим свойством древесины объясняется увеличение прогибов балок, находящихся в длительной эксплуатации, если их сечение подобрано, исходя только из условий прочности.

1.2.10. Плотность материалов (плотных и неплотных).

Плотность определяется массой, которой обладает единица объёма конкретного материала; единицей измерения служит обычно кг/м^3 , хотя встречаются также размерности т/м^3 и г/см^3 . Понятие «Плотность строительных материалов» включает в себя:

- Насыпную плотность — показатель, применяемый к сыпучим строительным материалам: щебню, песку, гравию и пр., который учитывает степень пористости вещества. При одном и том же объёме с увеличением количества пустот масса материала снижается.
- Истинную плотность, которая устанавливается при абсолютном отсутствии пор, и является больше теоретической, чем практической характеристикой материала. Показатели истинной и насыпной плотности материалов в большинстве случаев не совпадают.
- Относительную плотность — сравнительную характеристику, которая устанавливает, насколько показатель плотности строительного материала превышает плотность воды при так называемых нормальных условиях: внешней температуре 4°C , и давлении воздуха 760 мм. рт. ст.

На практике удобно истинную/фактическую плотность строительных материалов оценивать их пористостью. С этой целью определяют предельное значение объёма насыщающего материала — газа или жидкости, которую может воспринять единица объёма исследуемого вещества. По увеличению веса материала судят о степени его пористости. Для расчета плотности используется формула: $\rho = m/V$, где m — масса; V — объем.

Взаимосвязь плотности и качества строительных материалов.

Помимо степени пористости, плотность определяет также и эксплуатационные показатели строительных материалов. Например, с увеличением плотности соответственно возрастает теплопроводность и снижается степень поглощения влаги древесиной. Поэтому часто относительно строительной древесины используют также показатель её качества, под которым понимают отношение предела прочности на сжатие к плотности материала.

Оценка плотности строительных материалов сильно зависит от условий их хранения и применения. Например, у бетона со временем плотность снижается, что объясняется постепенным вымыванием ряда составляющих из его состава. Изменения показателей плотности характерны и для строительных пластиков, которые длительное время пребывают под воздействием ультрафиолетового излучения.

Снижение плотности негативно отражается на механической прочности строительных материалов. Объясняется это более лёгкой деформацией имеющихся пустот, которые сопровождаются деформациями изгиба строительного элемента или его части. Постепенное накопление механических напряжений в материале приводит к его разрушению (чаще внезапному, поскольку пластичность всех строительных материалов – достаточно низкая).

Значения плотности преобладающего количества строительных материалов изменяются в широких пределах. В частности, для неорганических материалов – камня, бетона – обычные показатели механической плотности могут изменяться в диапазоне значений 2200...3500 кг/м³, а для органических (пластик, битум, дерево) – 400...2500 кг/м³. Плотность структурно однородных материалов (в частности, металлов) обычно колеблется от 2700 кг/м³ в случае алюминия или его сплавов, до 7600...8000 кг/м³ — для стали и латуни.

1.2.11. Соотношение между материалами и классами по прочности на сжатие и растяжение.

Прочность бетона – определяющий показатель бетонного раствора, который обуславливает задачи и условия его использования. Бетонная смесь используется повсеместно в проведении ремонтно-строительных работ частных и промышленных объектов. Рецептов приготовления бетона существует множество, состав и пропорции компонентов напрямую влияют на свойства и характеристики, а также сферу использования цементного раствора.

Прочность бетона – определяющая характеристика, которая отображается в маркировке. Непосредственно прочность определяет марку и класс раствора. Данные показатели указываются в различных ГОСТах, СП, нормативных документах, определяют эксплуатационные качества и свойства бетонных элементов, конструкций, зданий и т.д.

Пытаясь разобраться, от чего зависит прочность бетона, что это такое и какие есть основные виды показателя, необходимо изучить все основные аспекты процесса приготовления смеси, состав, условия и особенности.

Факторы, влияющие на прочность бетона:

- Качество цемента в составе – чем более высокая марка самого вяжущего, тем прочнее будет бетон.
- Объем цемента в растворе – считается из расчета на 1 кубический метр. Качество и количество цемента взаимосвязаны – при условии большого объема и низкой марки или высокой марки и недостаточного количества результат будет не тем, который ожидается. Готовить нужно по рецепту, указанному в ГОСТе и из цемента подходящей марки.
- Объем воды – также напрямую влияет на прочность: недостаточное количество приведет к невозможности правильно уложить смесь, превышение объема способствует более быстрому прохождению

процесса гидратации, что делает бетон слабее за счет появляющихся пор и трещин.

- Качество заполнителей – форма, фракция, чистота. Наполнители с шероховатой поверхностью неправильной формы обеспечивают лучшую адгезию материалов, входящих в бетон (прочность повышается), грязные частицы и гладкая поверхность понижают сцепляемость и прочность соответственно.

Основные виды прочности бетона:

- Проектная – та, что указана в нормативных документах и предполагает способность монолита полностью выдерживать указанные нагрузки после того, как прошел полный срок твердения (28 суток).
- Нормативная – та, что указана в ТУ или ГОСТе.
- Фактическая – среднее значение, которое высчитывают по результатам проведенных испытаний.
- Требуемая – максимально допустимый показатель для эксплуатации, который устанавливает лаборатория предприятия.
- Распалубочная – та, при которой можно демонтировать опалубку, разбирать формы.
- Отпускная – показатель, при котором допускается отгружать изделие потребителю.

Виды прочности касательно марки и качества: прочность бетона при сжатии, на изгиб, осевое растяжение, а также передаточная прочность.

Прочность на сжатие.

В контексте данной характеристики бетон можно сравнить с камнем – он намного лучше сопротивляется сжатию, чем с растяжением. Основным критерий прочности бетона – это предел прочности на сжатие.

Для определения значения из раствора заливают образцы в виде куба, их помещают под специальный пресс. Давление постепенно увеличивается и в

момент, когда образец трескается, экран прибора фиксирует значение. Расчетный показатель прочности на сжатие определяет присвоение бетону класса. Высыхает и твердеет смесь в течение 28 суток (и больше), по завершению этого срока осуществляют проверку, так как смесь уже должна достичь расчетной/проектной прочности.

Прочность на сжатие представляет собой характеристику механических свойств материала, стойкости к нагрузкам и давлению. Это показатель границы сопротивления, которое оказывает застывший раствор механическому воздействию сжатия, отображенному в кгс/см². Наименьшей прочностью на сжатие обладает смесь М15, наибольшей – М800.

Прочность на сжатие отображается и в марке, и в классе. Класс В – это кубиковая прочность, обозначается в МПа. Марка М – предел прочности на сжатие в кгс/см². Данные соответствия марок, классов и показателей указаны ниже в таблице.

Прочность на изгиб.

Данный показатель повышается по мере увеличения цифрового обозначения марки. Обычно показатели прочности на изгиб и растяжение меньше в сравнении с нагрузочной способностью бетона. Молодой бетон демонстрирует значение 1/20, старый – 1/8. Прочность на изгиб обязательно учитывается в проектировании перед строительством.

Чтобы понять, какой уровень прочности на изгиб демонстрирует бетон, заливают заготовку в виде бруса с размерами, к примеру, 60 х 15 х 15 сантиметров (эталонный образец). Бетон заливают в формы, штыкуют, оставляют на несколько дней, потом извлекают из форм и дают полностью застыть в течение 28 суток при оптимальных условиях: температура минимум 15-20 градусов и влажность до 80-90%. Периодически образцы обкладывают сырыми опилками (их увлажняют регулярно) или поливают водой.

Когда заготовка полностью затвердевает, ее устанавливают на подпорки, которые находятся на определенном расстоянии, в центре же размещают

нагрузку, постепенно ее увеличивая до тех пор, пока образец не будет разрушен. Для этого может использоваться специальный гидравлический пресс. Размеры балки и расстояния между двумя подпорками могут отличаться.

РАЗДЕЛ 2. ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ, РЕМОНТ И УСИЛЕНИЕ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ

ТЕМА 2.1. Нормативные основы технической эксплуатации несущих конструкций

2.1.1. Мероприятия по технической эксплуатации несущих конструкций зданий.

Техническая эксплуатация зданий и сооружений.

Жилое здание в процессе использования требует постоянного обслуживания, ремонта или восстановления по мере выхода из строя отдельных деталей. Комплекс мероприятий, обеспечивающих функционирование здания по назначению, составляют понятие технической эксплуатации здания (ТЭЗ).

Система ТЭЗ — это совокупность средств, материалов, изделий, предназначенных для функционирования зданий в заданных режимах, а также исполнителей и документации, устанавливающей технические условия, правила и взаимодействия, необходимые для эффективного использования.

При этом функционирование здания — непосредственное использование здания (объекта) по назначению, выполнение им заданных функций. Техническая эффективность функционирования здания определяется как мера собственно функционирования. Использование здания не по назначению, частичное его приспособление под другие цели снижают эффективность функционирования здания, тогда как использование по назначению является основной частью его эксплуатации, его жизненного цикла. Следует отличать понятие «эксплуатация», которое относится к объекту, в том числе и к зданиям, расходуя в процессе использования свой ресурс, от понятия «потребление», относящегося к изделиям, сырью, материалам и т. п., которые в процессе использования расходуются сами. Функционирование здания включает в себя также ожидание использования — период от окончания строительства до начала эксплуатации, период ремонта здания, когда эксплуатация временно прекращается, жильцов отселяют и т. п. Параметры и

условия, определяющие функционирование здания, регламентируются нормами. Состав и взаимосвязь системы ТЭЗ приведены на рис. 2.1. Основной составной частью этой системы является система технического обслуживания и ремонта (ТОиР).

В процессе эксплуатации любого здания внезапные и постепенные Отказы приводят к необходимости ликвидации их последствий. После комплекса мероприятий по техническому обслуживанию работоспособность зданий восстанавливается, и они продолжают выполнять свое назначение. Время между соседними отказами является лишь незначительной частью технического ресурса, который определяется общей длительностью эксплуатации здания до его полной амортизации или до признания его полностью непригодным к дальнейшей эксплуатации.

Все действия, направленные на восстановление работоспособности здания, можно аппроксимировать понятием «обслуживание», которое может иметь различный характер: выявление дефектов конструкций и оборудования профилактического мероприятия, замены и ремонта элементов здания. При этом каждый отказ нуждается в участии обслуживающего персонала.



Рис. 2.1. Содержание и состав системы технической эксплуатации жилищного фонда

Для эффективного использования здания по назначению необходимо учитывать взаимное влияние двух групп составляющих и управлять ими для достижения максимального экономического эффекта — объемно-планировочное и конструктивное решение здания и режимы его использования, что во многом определяет объемы ремонтных работ. Вместе с тем качество производства ремонтных работ в значительной степени определяет уровень параметров здания.

В реальных условиях эксплуатации на работу зданий и сооружений будут оказывать влияние не только внезапные (аварийные) отказы отдельных элементов, но и отказы по причине физического старения, особенно если срок функционирования сооружения сравним со сроком службы отдельных элементов.

На эффективность технической эксплуатации здания отрицательно влияют: большая разнотипность зданий затрудняющая выполнение ремонтных работ; сложность объемно-планировочных и конструктивных решений зданий, затрудняющая использование современных средств механизации работ; недостаточное технологическое обеспечение процессов технического обслуживания и ремонта (отсутствие запасных деталей, материалов, инструмента и оборудования, утрата или отсутствие технической документации); нарушение принципа кратной или равной изнашиваемости элементов конструкций; недоучет специфики ремонтных работ, стесненности мест производства работ.

Самостоятельное значение в жизненном цикле зданий имеют модернизация, реконструкция, реставрация, аварийное восстановление. В отличие от работ ТЭЗ, которые проводят постоянно и обязательно, выполнение этих мероприятий дискретно зависит от большого числа условий (социально-экономических, конъюнктурных, природно-экологических и др.

Под модернизацией понимают приведение здания в соответствие современным требованиям проживания, эксплуатации. При модернизации

могут улучшаться планировочные решения, устанавливаться новое инженерное оборудование. Мероприятия модернизации направлены на снижение морального износа.

Изменение технико-экономических показателей (количества и качества квартир, изменение строительного объема, площади и т. д.), изменение назначения считается реконструкцией.

Реставрация — это научно-производственный комплекс мероприятий, обеспечивающих восстановление утраченного исторического и архитектурного облика здания.

Восстановление зданий после стихийных и техногенных повреждений и аварий относят к аварийно-восстановительным работам.

Эти работы включают в себя ремонт и восстановление поврежденных, но сохранившихся зданий (или частей), восстановление поврежденных зданий для временного их использования с последующим сносом, расчистку территорий от завалов, снос зданий, не подлежащих восстановлению, устройство временных транзитных инженерных систем, обеспечивающих функционирование сохранившихся объектов.

Виды и работы технического обслуживания.

Комплекс работ по поддержанию исправного состояния элементов и заданных параметров (режимов) работы его технических устройств является техническим обслуживанием здания. В него входят: ежегодная наладка инженерного оборудования, осмотры и подготовка к сезонной эксплуатации, выполнение заявок населения. Объем этих работ не всегда поддается точному планированию, поскольку возникновение мелких отказов носит случайный характер. В отличие от планово-предупредительного характера капитального и текущего профилактического ремонтов, техническое обслуживание здания выполняют, как правило, по необходимости.

Сложность технического обслуживания здания заключается в организации постоянных наблюдений, фиксации возникающих дефектов, диагностике

причин и установлении рациональных методов устранения. Особую значимость для эксплуатации зданий представляют следующие основные работы по техническому обслуживанию.

Поддержание в жилых помещениях требуемого температурно-влажностного режима. Такой режим подразделяют на сухой, нормальный, влажный и мокрый. Он зависит от относительной влажности воздуха. Большинство материалов конструкций всегда содержат влагу. Ее количество зависит от многих причин, и прежде всего от принятых конструктивных решений, климатических условий и режима эксплуатации. Даже совсем незначительные колебания температуры и влажности, которые вызывают увлажнение и высыхание поверхностей конструкций, приводят к их преждевременным износам.

Предупредительные мероприятия по поддержанию в зданиях нормального температурно-влажностного режима заключаются в обеспечении исправности ограждающих конструкций, поддержании требуемой температуры внутри помещений и в достаточной вентиляции.

Иногда причины нарушения температурно-влажностного режима скрыты. Так, применение штукатурки из цементно-песчаного раствора создает своего рода панцирь на кирпичной стене, в зоне контакта которого с кладкой наблюдается конденсированные влаги в результате малой проницаемости слоя штукатурки. По этой причине вначале образуются локальные зоны отсыревания, а потом происходят растрескивание и обрушение отсыревших участков штукатурки.

В зданиях с переувлажненными конструкциями стен и совмещенными неветилируемыми покрытиями наблюдается миграция избыточной влаги внутрь помещения (при работе отопительных приборов) и наружу (в летнее время, когда температура наружного воздуха выше, чем в помещениях). Все перечисленные факты при к нарушению микроклимата в помещениях.

1. Защита от переувлажнения внешних частей здания. Эти части здания подвергаются увлажнению атмосферной влагой — парами воздуха, дождем и талыми водами. Атмосферная влага может проникать в конструкции здания через неисправные кровли, водоотводящие устройства, стыки элементов зданий и отмостки. элементов зданий и отмостки.

Под действием капиллярных, электроосмотических сил грунтовая влага поднимается вверх по каменным стенам и при отсутствии надежной изоляции может подняться до второго этажа здания и выше.

Проникновение в конструкцию влаги и периодическое изменение ее содержания приводят к снижению прочности и постепенному ослаблению структуры каменной кладки. Образование трещин характерно для элементов, имеющих избыточную строительную влагу. Разрушение наружных слоев ограждающих конструкций ускоряется при чередовании положительных и отрицательных температур, вызывающих замерзание влаги в материале. С повышением влажности ухудшаются теплозащитные качества конструкций. В ряде случаев это приводит[^]: промерзанию стен, потолков. Нередко

минимальных уклонов 1...1,5 %, образование обратных уклонов, а также нарушение мест сопряжений. Для защиты конструкций от воздействия влаги необходимо содержать в исправном состоянии все устройства для отвода атмосферных и талых вод: водосточные трубы, ендовы, карнизы, сливы и т. п., а также гидроизоляцию фундаментов и стен подвалов, принимать меры для защиты ограждающих и несущих конструкций от грунтовой влаги; рекомендуется содержать в исправном состоянии и своевременно возобновлять защитные элементы штукатурок, облицовок, кровель, лакокрасочных покрытий и т. п., а также своевременно удалять снег с крыш зданий, не допускать скопления снега у стен здания; желательна обеспечивать исправность ограждающих конструкций здания: стен, покрытий, оконных и дверных заполнителей; не допускать непосредственно у наружных стен складирования производственного сырья и отходов, особенно гигроскопичных материалов

(хлопка, шерсти, порошкообразных материалов и т. п.), а также размещения громоздкого оборудования с большими поверхностями, затрудняющими свободную циркуляцию воздуха у стен; возобновлять имеющийся паровоизоляционный слой на поверхности стен по мере необходимости, но не реже чем через 4...6 лет.

2. Предохранение конструкций от перегрузок. Пересчет конструкций 'установление возможности размещения нового оборудования без усиления, с разгрузочными площадками или с усилением конструкций, как правило, поручают проектным организациям. В ряде случаев изменение габаритов оборудования требует устройства проемов в стенах, что может привести к перераспределению нагрузок.

В целях предохранения конструкций здания от перегрузок не-желательны установка, подвешивание и крепление на конструкциях не предусмотренного проектом технологического оборудования (даже на время его монтажа), транспортных средств, трубопроводов и других устройств, перемещение технологического оборудования. Дополнительные нагрузки в случае производственной необходимости могут быть допущены только по согласованию с генеральным проектировщиком.

Следует избегать превышения проектной нагрузки от специализированного оборудования на полы, перекрытия, антресоли, переходы и площадки. На хорошо просматриваемых элементах конструкций следует сделать и постоянно сохранять надписи, указывающие значения предельно допустимых нагрузок по каждой зоне.

Опасным является скопление снега или мусора на кровлях слоем, равным по весовым показателям проектной нормативной нагрузке или превышающим ее, при уборке кровли снег или мусор следует очищать равномерно со скатов кровли, не собирая в кучи.

Недопустимым является складирование материалов, изделий или других грузов, а также навал грунта при производстве земляных работ, вызывающие

боковое давление на стены, перегородки, колонны или другие строительные конструкции без согласования с генеральным проектировщиком, и использование конструктивных элементов зданий в качестве якорей, оттяжек, упоров.

Следует иметь в виду, что наиболее сложной и в то же время важной задачей технического обслуживания является не просто выполнение задач по содержанию конструкций, но и постоянный анализ причин и последствий, принятие обоснованных решений по их устранению методами текущего и капитального ремонта.

Техническое обслуживание зданий должно включать работы по контролю технического состояния, поддержанию работоспособности или исправности, наладке и регулировке, подготовке к сезонной эксплуатации здания или объекта в целом и его элементов, и систем, а также по обеспечению санитарно-гигиенических требований к помещениям и прилегающей территории.

Техническое обслуживание включает:

1. Работы, выполняемые при проведении осмотров отдельных элементов и помещений, содержащие устранение незначительных неисправностей в системах водопровода и канализации (смена прокладок в водопроводных кранах, уплотнение стонов, устранение засоров, регулировка смывных бачков, крепление санитарно-технических приборов, прочистка сифонов, протирка пробочных кранов в смесителях, набивка сальников, смена поплавка шара, замена резиновых прокладок у колокола и шарового клапана, установка ограничителей — дроссельных шайб, очистка бачка от известковых отложений и др.), укрепление расшатавшихся приборов в местах их присоединения к трубопроводу, укрепление трубопроводов.

В ходе работ устраняются незначительные неисправности в системах центрального отопления и горячего водоснабжения (регулировка трехходовых кранов, производится набивка сальников, мелкий ремонт теплоизоляции и др.; замена стальных радиаторов при течи, разборка, осмотр и очистка грязевиков

воздухосборников, вантузов, компенсаторов регулирующих кранов, вентилей, задвижек; очистка от накипи запорной арматуры; укрепление расшатавшихся приборов в местах их присоединения к трубопроводу, укрепление трубопроводов). Также происходит устранение незначительных неисправностей электротехнических устройств (протирка и смена перегоревших электролампочек в помещениях общественного пользования, смена или ремонт штепсельных розеток и выключателей, мелкий ремонт электропроводки и др.); проветривание колодцев; проверка исправности канализационных вытяжек, наличия тяги в дымовентиляционных каналах, заземления ванн; мелкий ремонт печей и очагов (укрепление дверок, пред топочных листов и др.); прочистка канализационного лежака и промазка суриковой замазкой свищей", участков гребней стальной кровли и др.

Проверяют заземление оболочки электрокабеля, замеры сопротивления изоляции проводов; заземление оборудования (насосов, щитовых вентиляторов) и производят необходимую смену перегоревших электролампочек на лестничных клетках, в технических подпольях и чердаках, а также устранение мелких неисправностей электропроводки и смену штепсельных розеток и выключателей.

2. Работы, выполняемые при подготовке зданий к эксплуатации в весенне-летний период. Специализированные службы производят укрепление водосточных труб, колен и воронок; расконсервирование и ремонт поливочной системы; снятие пружин на входных дверях; консервацию системы центрального отопления; ремонт оборудования детских и спортивных площадок; ремонт просевших отмосток, тротуаров, пешеходных дорожек; устройство дополнительной сети поливочных систем; укрепление влагодержателей и консервацию передвижных общественных туалетов (очистка, дезинфекция, промывка оборудования, подкраска, разгрузка рессор, регулировка оборудования), а также работы по раскрытию продухов в цоколях и вентиляции чердаков осмотр кровель фасадов и полов в подвалах.

3. Работы, выполняемые при подготовке зданий к эксплуатации в осенне-зимний период, содержащие утепление оконных и балконных проемов; замену разбитых стекол окон, стеклоблоков и балконных дверей; утепление входных дверей в квартиры; ремонт и утепление чердачных перекрытий, трубопроводов в чердачных и подвальных помещениях; укрепление и ремонт парапетных ограждения остекление и закрытие чердачных слуховых окон, а также изготовление новых или ремонт существующих ходовых досок и переходных мостиков на чердаках, в подвалах; ремонт, регулировку и испытание систем водоснабжения и центрального отопления; ремонт и кухонных очагов и утепление бойлеров; утепление и прочистку дымоventилиационных каналов; замену разбитых стекло-блоков, стекол окон, входных дверей и дверей вспомогательных помещений; консервацию поливочных систем и укрепление влагодержателей, номерных знаков.

Осуществляют заделку продухов в цоколях зданий, ремонт и утепление наружных водоразборных кранов и колонок и постановку пружин на входных дверях, а также укрепление входных дверей.

4. В прочие работы входят регулировка и наладка систем центрального отопления и вентиляции в период ее опробования; очистка промывка водопроводных баков; промывка системы центрального отопления; регулировка и наладка систем автоматического управления инженерным оборудованием; подготовка зданий

к праздникам; прочистка колодцев и систем водостоков к сезонной эксплуатации, а также удаление с крыш снега и наледей и очистка кровли от мусора, грязи, листьев.

Контроль за техническим состоянием зданий и объектов следует осуществлять путем проведения систематических плановых и внеплановых осмотров с использованием современных средств технической диагностики.

Плановые осмотры подразделяют на общие и частичные. При общих осмотрах контролируют техническое состояние здания или объекта в целом,

его систем и внешнее благоустройство, при частичных осмотрах — техническое состояние отдельных конструкций -помещений, элементов внешнего благоустройства.

Неплановые осмотры должны проводить после землетрясений, селевых потоков, ураганных ветров, сильных снегопадов, наводнений и других явлений стихийного характера, которые могут вызвать повреждения отдельных элементов зданий и объектов, после аварий в системах тепловодо-энергоснабжения и при выявлении деформаций оснований.

Общие осмотры проводят 2 раза в год: весной и осенью. При весеннем осмотре проверяют готовность здания или объекта к эксплуатации в весенне-летний период, устанавливают объемы работ по подготовке к эксплуатации в осенне-зимний период и уточняют объемы ремонтных работ по зданиям и объектам, включенным в „план текущего ремонта в год проведения осмотра (прил. 1, п. 5).

При осеннем осмотре проверяют готовность здания или объекта к эксплуатации в осенне-зимний период и уточняют объемы ремонтных работ по зданиям и объектам, включенным в план текущего ремонта следующего года.

При общих осмотрах осуществляют контроль за выполнением нанимателями и арендаторами условий договоров найма и аренды.

Периодичность проведения осмотров регламентируется формами (табл. 2.1).

При проведении частичных осмотров должны устраняться те неисправности, для которых достаточно времени, отводимого на осмотр.

Общие осмотры жилых зданий осуществляют комиссии в составе представителей жилищно-эксплуатационных организаций и домовых комитетов (представителей правлений жилищно-строительных кооперативов). Общие осмотры объектов коммунального и социально-культурного назначения проводят комиссии в составе главного инженера (инженера по эксплуатации)

учреждения или предприятия, ведающего эксплуатацией здания, техника-смотрителя (коменданта).

Таблица 2.1.

Элементы и помещения здания и объекта	Периодичность осмотров, мес.	Примечания
Крыши	3...6	
Деревянные конструкции и столярные изделия	6...12	
Каменные конструкции	12	
Железобетонные конструкции	12	
Панели полносборных зданий и межпанельные стыки	12	
Стальные закладные детали без антикоррозийной защиты в полносборных зданиях	Через 10 лет после начала эксплуатации, затем через каждые 3 года	Осмотры проводят путем вскрытия 5—6 узлов
Стальные закладные детали с антикоррозийной защитой	Через 15 лет, затем через каждые 3 года	
Печи, кухонные очаги, дымоходы, дымовые трубы	3	Осмотр и прочистку проводят перед началом и в течение отопительного сезона
Газоходы	3	
Вентиляционные каналы	12	
То же, в помещениях, где установлены газовые приборы	3ч	
Внутренняя и наружная отделка	6...12	
Полы	12	

Перила и ограждающие решетки на окнах лестничных клеток	6	
Системы водопровода, канализации, горячего водоснабжения	3...6	
Системы центрального отопления: в квартирах и основных функциональных помещениях объектов коммунального и социально-культурного назначения, на чердаках, в подвалах (подпольях), на лестницах	3...6 2	Осмотр проводят в отопительный период
Тепловые вводы, котлы и котельное оборудование	2	
Мусоропроводы	Ежемесячно	
Элементы и помещения здания и объекта	Периодичность осмотров, мес.	Примечания
Системы дымоудаления и пожаротушения	Ежемесячно	
Домофоны	То же	
Внутридомовые сети, оборудование и пульты управления ОДС	3	
Электрооборудование дымовых отопительных котельных и бойлерных, мастерских, вод подкачки фекальных и дренажных насосов	2	
Жилые и подсобные помещения квартир: лестницы, тамбуры, вестибюли, подвалы, чердаки и прочие вспомогательные помещения объектов коммунального и социально-культурного назначения	12	

В необходимых случаях могут быть привлечены специалисты-эксперты и представители ремонтно-строительных организаций.

Частичные осмотры жилых зданий проводят аттестованные работники жилищно-эксплуатационных организаций, а объектов коммунального и социально-культурного назначения — работники службы эксплуатации соответствующей организации (учреждения).

Результаты осмотров отражают в документах по учету технического состояния здания или объекта (журналах учета технического состояния, специальных карточках и др.). В этих документах должны содержаться: оценка технического состояния здания или объекта и его элементов, выявленные неисправности, места их нахождения, причины, вызвавшие эти неисправности, а также сведения о выполненных при осмотрах ремонтах.

В составе затрат на техническое обслуживание должен предусматриваться резерв средств для выполнения аварийных работ.

Генеральный подрядчик в течение двухлетнего срока, с момента сдачи в эксплуатацию законченного строительством или после капитального ремонта зданий (объектов) обязан гарантировать качество строительных (ремонтно-строительных) работ и за свой счет устранять допущенные по его вине дефекты и недоделки. По объектам коммунального и социально-культурного назначения недоделки устраняются в сроки, установленные соответствующими органами отраслевого управления.

Планирование технического обслуживания зданий и объектов должно осуществляться путем разработки годовых и квартальных планов-графиков работ по техническому обслуживанию.

Система ремонтов и стратегия их планирования.

Ремонт здания — это комплекс организационно-технических мероприятий по устранению физического и морально износа. Ремонты подразделяют на текущий ремонт(ТР) — для восстановления исправности (работоспособности) конструкций и систем инженерного оборудования' а также поддержания эксплуатационных показателей; капитальный ремонт(КР) — для восстановления ресурса здания с изменением при необходимости

конструктивных элементов и систем инженерного оборудования, а также улучшения эксплуатационных показателей (прил. 1, п. 5).

Надежность зданий в процессе их эксплуатации по мере ухудшения состояния отдельных элементов, узлов или зданий в целом может быть обеспечена путем профилактических ремонтов. Основная задача такой профилактики — не восстановление или замена отказавших элементов, а предупреждение отказов. Система планово-предупредительного ремонта (ППР) состоит из периодически проводимых ремонтов, объемы которых главным образом зависят от сроков службы и видов материалов и конструкций зданий.

Постепенный переход от субъективного отбора жилых домов для ремонта к сознательному назначению в зависимости от срока эксплуатации представляет серьезное качественное изменение в подходе к капитальному ремонту. Одним из важных вопросов в системе организации капитального ремонта жилых зданий является установление времени начала ремонта и его периодичности. Анализ состояния здания во времени показывает сложную взаимосвязь системы «здание — элементы — время».

Невыполнение своевременного ремонта конструкций приводит к усиленному износу и резкому увеличению его стоимости. Например, перенос капитального ремонта типового панельного пяти-этажного дома на 3...4 года после истечения нормативных сроков увеличивает его стоимость на 18...21 %.

Важнейшей частью организации капитального ремонта является разработка его стратегии. В теоретическом плане возможны два варианта ремонта: -по техническому состоянию, когда ремонт начинают после появления неисправности для ее устранения профилактически-предупредительный, когда ремонт начинают до появления отказа (для его предупреждения). Исследования показали экономические и социальные преимущества второго направления. На основе изучения сроков службы и вероятности наступления отказов можно создать такую систему профилактики, которая обеспечила бы безотказное содержание помещений.

В практике технической эксплуатации зданий используют и сочетание двух стратегий: назначают ремонт по сроку эксплуатации, а объем ремонтных работ определяют по техническому состоянию. Такую комбинированную стратегию следует рассматривать как переходный этап к системе ППР. Рекомендуемая нормативными документами периодичность ремонтов указана в табл. 2.2.

Таблица 2.2.

Группа жилых зданий по капитальности	Периодичность ремонтов, годы		
	текущего при общем износе здания, %		капитального
	до 60	более 60	
1	3...5	2...4	18...25
2,3	3...5	2...4	15...20
4,5	3...5	2...3	12...15
6,7	3...4	2	9...12
8	3...4	2	-

Накопленные статистические данные позволяют для различных конструкций и схем зданий, материалов и сроков эксплуатации определить параметры плотности распределения времени наступления отказов и сроки назначения конструкций на ремонт, гарантирующие за а лет до истечения среднего срока службы 68,3 % не наступления отказа, за 2 а лет 95,4 %, за 3 с лет — 99,7 %.

Нормы регламентируют среднюю продолжительность эксплуатации здания без ремонта (табл. 5.3).

Таблица 2.3.

Виды жилых зданий, объектов коммунального и социально-культурного назначения по материалам основных конструкций	Продолжительность эффективной комплектации, годы, до постановки на ремонт	
	текущий	капитальный

Полносборные крупнопанельные, крупноблочные, со стенами из кирпича, натурального камня и т. п. с железобетонными перекрытиями при нормальных условиях эксплуатации (жилые дома, а также здания с аналогичным температурно-влажностным режимом основных функциональных помещений)	3...5	15...20
То же, при благоприятных условиях эксплуатации, при постоянно поддерживаемом температурно-влажностном режиме (музеи, архивы, библиотеки и т. п.)	3...5	20...25
То же, при тяжелых условиях эксплуатации, при повышенной влажности, агрессивности воздушной среды, значительных колебаниях температуры (бани, прачечные, бассейны, бальнео- и грязелечебницы ит. п.), а также открытые сооружения (спортивные, зрелищные и т. п.)	2..3	10...15
Со стенами из кирпича, натурального камня и т. п. с деревянными перекрытиями; деревянные, со стенами из прочих материалов при нормальных условиях эксплуатации (жилые дома и здания с аналогичным температурно-влажностным режимом основных функциональных помещений)	2...3	10...15

То же, при благоприятных условиях эксплуатации, при постоянно поддерживаемом температурно-влажностном режиме (музеи, архивы, библиотеки и т. п.)	2...3	15...20
То же, при тяжелых условиях эксплуатации, при повышенной влажности, агрессивности воздушной среды, значительных колебаниях температуры (бани, прачечные, бассейны, бальнично-и грязелечебницы и т. п.), а также открытые сооружения (спортивные и зрелищные и т. п.)	2...3	8...12

Текущий ремонт необходимо проводить с периодичностью, обеспечивающей эффективную эксплуатацию здания или объекта с момента завершения его строительства (капитального ремонта) до момента постановки на очередной капитальный ремонт (реконструкцию). При этом нужно учитывать природно-климатические условия, конструктивные решения, техническое состояние и режим эксплуатации здания или объекта.

Текущий ремонт должен выполняться по пятилетним (с распределением заданий по годам) и готовым планам.

Годовые планы (с распределением заданий по кварталам) должны составляться в уточнение пятилетних с учетом результатов осмотров, разработанной сметно-технической документации на текущий ремонт, мероприятий по подготовке зданий и объектов к эксплуатации в сезонных условиях.

Приемка законченного текущего ремонта жилых зданий должна осуществляться комиссией в составе представителей жилищно-эксплуатационной, ремонтно-строительной (при выполнении работ подрядным

способом) организаций, а также домового комитета (правления ЖСК, органа управления жилищным хозяйством организации или предприятий министерств и ведомств).

Приемка законченного текущего ремонта объекта коммунального или социально-культурного назначения должна осуществляться комиссией в составе представителя эксплуатационной службы, ремонтно-строительной (при выполнении работ подрядным способом) организации и представителя соответствующего вышестоящего органа управления.

Капитальный ремонт включает устранение неисправностей всех изношенных элементов, восстановление или замену (кроме полной замены каменных и бетонных фундаментов, несущих стен и каркасов) их на более долговечные и экономичные, улучшающие эксплуатационные показатели ремонтируемых зданий. При экономической целесообразности возможна модернизация здания или объекта: улучшение планировки, увеличение количества и качества ус-луг, оснащение недостающими видами инженерного оборудования, благоустройство окружающей территории.

Содержание капитального ремонта представлено на рис. 2.2.



Рис. 2.2. Содержание капитального ремонта

На капитальный ремонт должны ставиться, как правило, здание (объект) в целом или его часть (секция, несколько секций). При необходимости может производиться капитальный ремонт отдельных элементов здания или объекта, а также внешнего благоустройства.

При реконструкции зданий (объектов) исходя из сложившихся градостроительных условий и действующих норм проектирования помимо работ, выполняемых при капитальном ремонте могут осуществляться: изменение планировки помещений, возведение над-строек, встроек, пристроек, а при наличии необходимых обоснований — их частичная разборка; повышение уровня инженерного оборудования, включая реконструкцию наружных сетей (кроме магистральных) и улучшение архитектурной выразительности зданий (объектов), а также благоустройство прилегающих территорий.

При реконструкции объектов коммунального и социально-культурного назначения может предусматриваться расширение существующих и строительство новых зданий и сооружений подсобного и обслуживающего назначения, а также строительство зданий и сооружений основного назначения, входящих в комплекс объекта, взамен ликвидируемых.

В городах с застройкой, включающей значительное число зданий и объектов, требующих капитального ремонта или реконструкции, следует планировать проведение их групповым методом (независимо от ведомственной принадлежности) с одновременным охватом ремонтными работами групп зданий различного назначения в пределах градостроительного образования (жилого квартала, жилого района и т. д.).

Плановые сроки начала и окончания капитального ремонта и реконструкции зданий и объектов должны назначаться на основании норм продолжительности ремонта и реконструкции, разрабатываемых и утверждаемых в порядке, устанавливаемом органами отраслевого управления.

Определение стоимости капитального ремонта и реконструкции зданий (объектов) осуществляется на основе сметных или договорных цен. Договорная цена каждого объекта ремонта и реконструкции определяется на основе сметы, составляемой по установленным соответственно для капитального ремонта и реконструкции ценам, нормам, тарифам и расценкам с учетом научно-технического уровня, эффективности, качества, сроков выполнения работ и других факторов. В сметах необходимо предусматривать накладные расходы, плановые накопления, прочие работы и затраты.

В сметной документации должен предусматриваться резерв средств на непредвиденные работы и агрегаты, распределяемый на две части: предназначенную для оплаты дополнительных работ, вызванных уточнением проектных решений в ходе производства ремонта или реконструкции (резерв заказчика) и предназначенную для возмещения дополнительных затрат, возникающих в ходе ремонта или реконструкции при изменении способов производства работ против принятых в сметных нормах и расценках (резерв подрядчика).

За итогом смет должны указываться возвратные суммы — стоимость материалов от разборки конструкций и демонтажа инженерного и технологического оборудования, определяемая исходя из нормативного выхода пригодных для повторного использования материалов и изделий на объектах ремонта в соответствии с Инструкцией по повторному использованию изделий, оборудования и материалов в жилищно-коммунальном хозяйстве.

Разработка проектно-сметной документации на капитальный ремонт и реконструкцию зданий (объектов) должна предусматривать проведение технического обследования, определение физического и морального износа объектов проектирования и составление проектно-сметной документации для всех проектных решений по перепланировке, функциональному переназначению помещений, замене конструкций, инженерных систем или устройству их вновь, благоустройству территорий и другим аналогичным

работам, а так-же технико-экономическое обоснование капитального ремонта и реконструкции и разработку проекта организации капитального ремонта и реконструкции и проекта производства работ, который разрабатывается подрядной организацией.

Утверждение и переутверждение проектно-сметной документации на капитальный ремонт и реконструкцию должно осуществляться владельцем.

Эффективность капитального ремонта и реконструкции зданий или объектов определяется сопоставлением получаемых экономических и социальных результатов с затратами, необходимыми для их достижения. При этом экономические результаты должны выражаться в устранении физического износа и экономии эксплуатационных расходов, а при реконструкции также в увеличении площади, объема предоставляемых услуг, пропускной способности и т. п.

Социальные результаты должны выражаться в улучшении жилищных условий населения, условий работы обслуживающего персонала, повышении качества и увеличении объема услуг.

При выполнении капитального ремонта и реконструкции должны соблюдаться действующие правила организации, производства и приемки ремонтно-строительных работ, правила техники безопасности и противопожарной техники.

Организационные формы управления ремонтно-строительным производством, методы планирования производственно-хозяйственной деятельности ремонтно-строительных организаций, принципы хозяйственного расчета, формы и методы организации производства, труда, материально-технического снабжения, учета и отчетности в ремонтно-строительных организациях должны устанавливаться аналогично капитальному строительству с учетом специфики ремонтно-строительного производства.

Расчеты за выполненные работы по капитальному ремонту и реконструкции должны осуществляться за полностью законченные и сданные

заказчику объекты или комплексы работ, предусмотренные договором подряда и учтенные годовыми планами.

По объектам коммунального и социально-культурного назначения допускается также осуществлять расчеты за технические этапы.

Расчеты заказчиков с проектными организациями за разработку проектно-сметной документации должны осуществляться в порядке, предусмотренном Положением о договорах на создание научно-технической продукции.

Приемка жилых зданий после капитального ремонта и реконструкции производится в порядке, установленном Правилами приемки в эксплуатацию жилых домов после капитального ремонта и аналогичными правилами по приемке объектов коммунального и социально-культурного назначения.

2.1.2. Обеспечение нормативных условий эксплуатации.

Система нормативных документов в сфере управления и эксплуатации недвижимостью представляет собой совокупность взаимосвязанных документов, принимаемых компетентными органами государственной власти, саморегулируемыми организациями управляющих недвижимостью, предприятиями и организациями для применения на всех этапах системы управления и эксплуатации недвижимостью в целях защиты прав и интересов ее участников.

Техническая эксплуатация зданий определяется и регламентируется рядом нормативных документов. Основными из них являются МДК 2–03.2003. «Правила и нормы технической эксплуатации жилищного фонда», ГОСТ Р 51617–2014 "Жилищно-коммунальные услуги", ВСН 58-88 "Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта и технического обслуживания зданий, объектов коммунального и социально-культурного назначения", СанПиН 42-128-4690–88 "Санитарные правила содержания территории населенных мест". Эти документы являются наиболее целостными,

и могут послужить руководством в организации и планировании текущей деятельности по эксплуатации недвижимости.

Целью соблюдения правил технической эксплуатации зданий является обеспечение исправного состояния конструкций и инженерного оборудования дома и выполнение всех видов ремонта.

Главной задачей нормативно-технического обеспечения в области эксплуатации являются обеспечения безопасности жизни или здоровья граждан, имущества физических и юридических лиц, государственного или муниципального имущества, экологической безопасности, жизни или здоровья животных и растений и соблюдения требований технических регламентов.

К нормативно-техническим мероприятиям относятся:

- ведение технической документации и технического паспорта объекта;
- выполнение законодательных нормативных актов, предписаний и инструкций по эксплуатации, принятых на территории РФ;
- проведение инструктажей и разработка инструкций: должностных, технологических, по охране труда и правилам пожарной безопасности;
- соблюдение поверочных интервалов;
- аттестация и обучение персонала.

Сложнейшим и очень важным процессом в нормативно-техническом обеспечении является объективный анализ исходной информации. Одна из основных обязанностей эксплуатирующей организации - это формирование 100% информационного объема по эксплуатируемому объекту недвижимости (технического паспорта объекта недвижимости). Причем в обычном понимании технический паспорт как документ, выдаваемый БТИ для идентификации объекта и проведения с ним юридическо-правовых действий, лишь малая часть того, что понимается под техническим паспортом в эксплуатации. Технический паспорт в эксплуатации недвижимости - это документ динамичный, он заполняется на протяжении всего цикла жизнедеятельности объекта и состоит из двух блоков: стационарного и динамичного. Стационарный блок - это общая

техническая информация, техническая документация и информация об ограничении функционирования объекта. Динамичный блок - это текущая деятельность строительно-монтажных организаций, сведения о текущем и капитальном ремонте, планы и отчеты по эксплуатации и изменения к документации из первого блока.

Выполнение законодательных нормативных документов является неукоснительным требованием законодательных органов. При этом проведение всех работ системы технического обслуживания невозможно без соблюдения требований указанных ниже правил.

К ним относятся:

- правила по устройству и эксплуатации электроустановок;
- правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок;
- правила эксплуатации теплопотребляющих установок и тепловых сетей;
- правила техники безопасности при эксплуатации теплопотребляющих установок и тепловых сетей потребителей;
- правила устройства и безопасной эксплуатации лифтов;
- правила устройства и безопасной эксплуатации эскалаторов;
- правила безопасности в газовом хозяйстве;
- правила пожарной безопасности;
- правила по охране труда.

Государственный надзор и контроль за соблюдением законодательства об охране труда на предприятиях, в учреждениях, организациях независимо от форм собственности и подчиненности осуществляют специально уполномоченные на то государственные органы и инспекции в соответствии с федеральными законами.

Государственный надзор за проведением мероприятий, обеспечивающих безопасное обслуживание электрических и теплоиспользующих установок, осуществляется органами Государственного энергетического надзора РФ. Основной задачей Государственного энергетического надзора в РФ является

осуществление контроля за техническим состоянием и безопасным обслуживанием электрических и теплоиспользующих установок потребителей электрической и тепловой энергии на предприятиях, в организациях и учреждениях независимо от их ведомственной принадлежности и форм собственности.

Государственный санитарно-эпидемиологический надзор за соблюдением предприятиями, учреждениями, организациями гигиенических норм, санитарных правил и норм осуществляется Государственным комитетом санитарно-эпидемиологического надзора РФ (Госкомсанэпиднадзор России) и территориальными учреждениями государственной санитарно-эпидемиологической.

Государственная противопожарная служба по соблюдению правил пожарной безопасности.

В соответствии со статьей 20 Федерального закона "Об основах охраны труда в Российской Федерации об организации государственного надзора и контроля в области охраны труда" вся полнота контроля осуществляется федеральной инспекцией труда и не затрагивается сфера деятельности вышеперечисленных органов надзора.

Проведение инструктажей и разработка инструкцией является одной и важнейших задач нормативно-технического обеспечения. Существует несколько видов инструктажа: вводный, первичный на рабочем месте, повторный, внеплановый, целевой.

Вводный инструктаж обязаны пройти все вновь поступающие на работу, а также командированные и учащиеся, прибывшие на практику. Вводный инструктаж проводится в целях ознакомления с общими правилами техники безопасности и производственной санитарии, основными законами об охране труда и правилами внутреннего распорядка. Его проводит инженер по охране труда по программе, утвержденной главным инженером.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводят со всеми вновь принятыми в организацию по эксплуатации, переводимыми из одного подразделения в другое, командированными и т.д. Цель - ознакомление с действующими инструкциями для данной профессии руководителем участка, показ безопасных приемов работы и т.д.

Повторный инструктаж проводится не реже чем через шесть месяцев. Цель – восстановить в памяти рабочих правила по охране труда, а также разобрать конкретные нарушения из практики структурного подразделения или организации.

Внеплановый инструктаж проводят в случаях изменения технологического процесса, оборудования, приспособлений и т.п.; введения новых инструкций по охране труда; при наличии случаев травматизма на объектах и т.д.

Целевой инструктаж проводят с работниками перед началом работ, на которые оформляется наряд - допуск (работа с электроустановками, в колодцах, траншеях; ремонт газопроводов, работа на высоте и т.д.). Все лица, обслуживающие электроустановки, подвергаются проверке знаний с присвоением квалификационной группы по технике безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей:

- оперативный персонал - 1 раз в год;
- административный - 1 раз в 3 года.

Если работник совмещает дополнительную работу с основной, то должен быть приказ работодателя на проведение первичного инструктажа по совмещаемой работе.

Создание инструкций необходимо для обеспечения законности хозяйственной деятельности объекта. Для технического обслуживания предусмотрено создание должностных инструкций, регулирующих выполнение каждым сотрудником его должностных обязанностей применительно к конкретному объекту, конкретной профессии или виду работ. Это, в свою очередь, обеспечивает внутреннюю логику производственного процесса.

Инструкции по охране труда необходимы для обеспечения здоровых и безопасных условий труда, что повышает трудоспособность работающих, снижает риск возникновения профессиональных заболеваний и несчастных случаев на производстве.

Инструкции по правилам пожарной безопасности - это одно из средств обеспечения требований пожарной безопасности. Эти документы объясняют, как пользоваться первичными средствами пожаротушения и что делать в случае возникновения пожара.

Соблюдение поверочных интервалов у оборудования является неотъемлемой частью нормативно-технического контроля при эксплуатации объекта недвижимости. Соблюдение поверочных интервалов производится для проверки соответствия оборудования нормативным техническим характеристикам и контроля качества процесса эксплуатации оборудования.

Соблюдение поверочных интервалов обеспечивается у следующего оборудования:

- метрологического оборудования;
- счетчиков воды;
- электрических счетчиков;
- счетчиков газа и тепловой энергии;
- электроинструмента;
- технических средств обеспечения охраны и пожарной безопасности;
- основных и вспомогательных защитных средств.

Поддержание и соблюдение технических нормативов, выполнение правил и инструкций по технике безопасности, контроль качества производства работ, профилактика мероприятия охраны труда являются важнейшими задачами нормативно-технического контроля при эксплуатации недвижимости.

2.1.3 Основные нормативные документы, регламентирующие условия эксплуатации, при которых несущие конструкции не снижают своих первоначальных свойств, предусмотренных при их проектировании.

Положения настоящего свода правил направлены на обеспечение выполнения требований к следующим видам эксплуатационной безопасности зданий (сооружений), строительных конструкций и систем инженерно-технического обеспечения:

- механическая безопасность;
- пожарная безопасность;
- безопасные для здоровья человека условия проживания и пребывания в зданиях (сооружениях);
- безопасность для пользователей зданиями (сооружениями);
- доступность зданий (сооружений) для маломобильных групп населения;
- энергетическая эффективность зданий (сооружений);
- безопасный уровень воздействия зданий (сооружений) на окружающую среду;
- безопасность при опасных природных процессах, явлениях и (или) техногенных воздействиях.

По типам эксплуатационных режимов с учетом функционального назначения выделяют следующие здания:

а) предназначенные для постоянного или длительного (круглосуточного) проживания людей, в том числе:

- жилые многоквартирные дома,
- жилые многоквартирные дома,
- гостиницы, общежития, интернаты,
- больницы, санатории, дома престарелых и инвалидов и т.д.;

б) предназначенные для временного пребывания людей, преимущественно ритмичного характера (рабочий день, школьная смена, сеанс и т.д.), в том числе:

- административные здания,
- общественные здания, не содержащие крупных зальных помещений (поликлиники, школы, дошкольные образовательные организации, организации бытового обслуживания и т.д.),
- общественные здания с большепролетными конструкциями (театры, кинотеатры, концертные залы, цирки и т.д.),
- общественные здания, в функции которых включены производственные процессы с использованием технологического оборудования (организации общепита и т.д.),
- общественные здания - многофункциональные торговые комплексы,
- здания со специальными требованиями к температурно-влажностному режиму помещений (музеи, государственные архивы, хранилища национальных и культурных ценностей и т.д.);

в) производственного или складского назначения:

- одноэтажные здания производственного назначения;
- многоэтажные здания производственного назначения;
- здания складского назначения.

По типам эксплуатационных режимов с учетом функционального назначения выделяют следующие сооружения:

а) открытые и крытые спортивно-физкультурные, зрелищные и торговые сооружения:

- стадионы, спортивно-развлекательные комплексы,
- катки,
- рынки;

б) линейные объекты;

в) сооружения промышленного назначения:

- водонапорные башни и резервуары,
- градирни,
- дымовые трубы,

- бункеры, газгольдеры, нефтехранилища,
- водозаборные и очистные сооружения;
- г) некапитальные сооружения:
 - мобильные сооружения сборно-разборного типа (теплицы, парники и т.п.),
 - сооружения вспомогательного назначения, с ограниченными сроками службы и пребывания в них людей (бытовки, склады временного содержания и т.п.);
 - павильоны, киоски.

Эксплуатационные требования к зданиям (сооружениям).

Основные положения по эксплуатации зданий (сооружений) и эксплуатационному контролю должны соответствовать требованиям федеральных законов ГОСТ 27751, ГОСТ 31937, ГОСТ Р 56536.

Эксплуатационные требования к зданиям (сооружениям) подразделяют на общие и специальные.

Общие эксплуатационные требования предъявляют ко всем объектам капитального строительства. Специальные эксплуатационные требования определяются спецификой функционального назначения здания (сооружения), а также природно-техногенными особенностями места его расположения.

Настоящий свод правил регламентирует общие эксплуатационные требования.

Специальные эксплуатационные требования к зданию (сооружению) различного функционального назначения устанавливают, исходя из принятых объемно-планировочных и конструктивных решений и функционального назначения технологических процессов, для которых предназначено здание (сооружение), а также с учетом природно-техногенных особенностей места его расположения.

Разработку правил эксплуатации, включая правила мониторинга технического состояния строительных конструкций, приемки и испытаний

материалов и изделий при ремонте, в соответствии с ГОСТ 27751, ГОСТ 31937 следует выполнять с учетом уровня ответственности здания (сооружения).

Класс здания (сооружения) устанавливают в соответствии с приложением А ГОСТ 27751-2014.

Требования к условиям нормального функционирования зданий (сооружений) устанавливают в соответствии с особенностями эксплуатационных режимов, которые зависят от назначения здания (сооружения).

Требования к эксплуатационному контролю и техническому обслуживанию строительных конструкций устанавливают в зависимости от конструктивных решений и материалов.

Рекомендуемый срок службы здания (сооружения) следует принимать в соответствии с таблицей 5.1.

Таблица 2.4.

Примерные сроки службы зданий (сооружений)

Объекты	Примерный срок службы
Временные здания (сооружения) (бытовки строительных рабочих и вахтового персонала, временные склады, летние павильоны и т.п.) (см. дополнительно ГОСТ 22853)	10 лет
Сооружения, эксплуатируемые в условиях сильноагрессивных сред (сосуды и резервуары, трубопроводы предприятий нефтеперерабатывающей, газовой и химической промышленности, сооружения в условиях морской среды и т.п.)	Не менее 25 лет
Здания (сооружения) массового строительства в обычных условиях эксплуатации (здания жилищно-гражданского и производственного строительства).	Не менее 50 лет
Уникальные здания (сооружения)*	100 лет и более

Расчетные сроки службы элементов и систем зданий (сооружений) могут отличаться от приведенных в таблице 2.4. В соответствии с пунктом 4.3 ГОСТ

27751-2014 они должны быть определены генпроектировщиком по согласованию с заказчиком.

Степень огнестойкости здания (сооружения) определяется степенью возгораемости и пределом огнестойкости его основных конструкций и материалов и проектируется в соответствии с классом функциональной пожарной опасности здания (сооружения) [7]. В процессе эксплуатации не допускается фактическое снижение огнестойкости конструкций, возникающее в связи с их неудовлетворительным техническим состоянием: наличие трещин, повреждение огнезащитного слоя и др.

Для вводимых в эксплуатацию зданий (сооружений) с централизованной подачей энергоресурсов обязательны установка и регулярная поверка приборов учета водо- и энергоресурсов.

К установке допускаются приборы учета, включенные в Государственный реестр средств измерений и допущенные к применению на территории Российской Федерации.

К основным эксплуатационным характеристикам здания (сооружения), относятся:

- функциональная пригодность;
- безопасность;
- надежность;
- ремонтпригодность;
- долговечность.

При эксплуатации здания (сооружения) необходимо обеспечить:

- доступность конструктивных элементов и систем инженерно-технического обеспечения для осмотров, выполнения ремонтных работ, устранения возникающих неисправностей и дефектов, регулировки и наладки оборудования в процессе эксплуатации;

- стационарное размещение средств измерения динамических параметров основного тона собственных колебаний для контроля механической

безопасности здания (сооружения) при осуществлении мониторинга здания (сооружения) с массовым нахождением людей, а также доступность установленных средств измерения для проведения работ по метрологическому обеспечению;

- наличие помещений, необходимых для размещения персонала, осуществляющего эксплуатацию.

Состав и содержание раздела проектной документации "Требования к безопасной эксплуатации объекта капитального строительства".

Раздел проектной документации "Требования к безопасной эксплуатации объекта капитального строительства" является обязательным для вновь строящихся, реконструируемых и подвергающихся капитальному ремонту зданий (сооружений).

Дополнительно по заданию на проектирование в раздел проектной документации "Требования к безопасной эксплуатации объекта капитального строительства" включаются:

- сведения о сроках эксплуатации здания или сооружения и его частей;
- данные по оснащению здания (сооружения) приборами учета расхода тепла, воды, электрической энергии и других ресурсов;
- периодичность проведения текущего и капитального ремонтов зданий, строений и сооружений, в том числе отдельных элементов, конструкций зданий (сооружений), систем инженерно-технического обеспечения, системы общего мониторинга технического состояния несущих строительных конструкций;
- меры безопасности при эксплуатации подъемно-транспортного оборудования, используемого в процессе эксплуатации зданий, строений и сооружений;
- требования к системе общего мониторинга технического состояния несущих строительных конструкций;
- перечень требований энергетической эффективности, которым здание, строение и сооружение должны соответствовать при вводе в эксплуатацию и в

процессе эксплуатации, а также сроки, в течение которых в процессе эксплуатации должно быть обеспечено выполнение указанных требований энергетической эффективности;

- специальные меры:

- а) сейсмической защиты,
- б) по предотвращению и защите от подтоплений,
- в) по выравниванию зданий (сооружений), возводимых на подрабатываемых территориях и просадочных грунтах, в период их эксплуатации,
- г) по устранению или уменьшению деформаций оснований, сложенных просадочными грунтами,
- д) по контролю за состоянием грунтов основания и фундаментов зданий (сооружений), возводимых на многолетнемерзлых грунтах, а также особенности их эксплуатации.

Содержание проектных требований к мероприятиям текущего обслуживания здания (сооружения), направленных на сохранение проектного уровня безопасности, к обеспечению безопасных для здоровья людей условий проживания и пребывания в здании (сооружении) в период эксплуатации и безопасной эксплуатации территории здания (сооружения).

В случае эксплуатации строительных конструкций в условиях агрессивных сред проектная документация должна дополнительно содержать:

- характеристики приемлемой (проектной) среды эксплуатации (химический состав, показатели температурно-влажностного режима и др.);
- указания на необходимость проведения защитных мероприятий, а также мероприятий по уменьшению степени агрессивности среды, в том числе по отводу и понижению грунтовых вод.

Проектная документация должна содержать сведения о местах расположения измерительных средств системы общего мониторинга технического состояния несущих строительных конструкций.

В приложении к разделу проектной документации "Требования к безопасной эксплуатации объекта капитального строительства" должны содержаться сведения по обеспечению пожарной безопасности объекта и людей, находящихся на нем:

- поэтажные схемы эвакуации при пожаре;
- требования по обеспечению класса пожарной опасности при обработке, восстановлении и замене отделочных поверхностей и иных деталей интерьера;
- данные по расположению и режимам работы лифтов для перевозки пожарных подразделений;
- требования к эксплуатации противопожарных систем и оборудования.

В части эксплуатации, технического обслуживания и ремонта систем инженерно-технического обеспечения, систем инженерной защиты объектов и территории, систем пожарной, охранной и охранно-пожарной сигнализации, системы общего мониторинга технического состояния несущих строительных конструкций, систем автоматического пожаротушения, систем учета расходования воды, электрической и тепловой энергии, лифтов и лифтового оборудования раздел проектной документации "Требования к безопасной эксплуатации объекта капитального строительства" должен содержать указания:

- по комплексу характеристик систем инженерно-технического обеспечения и их коммуникаций, подлежащих круглосуточному диспетчерскому надзору;
- по перечню работ по подготовке объекта к сезонной эксплуатации, в случае если к системам инженерно-технического обеспечения предъявляют специальные требования;
- на нормативные документы и техническую документацию, в соответствии с которыми осуществляются эксплуатация систем инженерно-технического обеспечения и работы по наладке и регулировке оборудования;

- о мерах безопасности при эксплуатации подъемно-транспортного оборудования, используемого в процессе эксплуатации зданий (сооружений);
- о мерах безопасности при эксплуатации опасных производственных объектов (котельных, с подъемными механизмами и т.д.).

Согласно застройщик проводит освидетельствование здания (сооружения) на соответствие проектному уровню энергетической эффективности через пять лет эксплуатации, если иное не указано в задании на проектирование и при условии, что иное не приведет к снижению уровня требований по сравнению с нормативным.

Проектная документация должна содержать информацию в текстовом и графическом виде, необходимую для обеспечения безопасности в процессе эксплуатации, в том числе: схемы скрытой электропроводки, места расположения вентиляционных коробов, трубопроводов, других элементов здания и его оборудования, повреждение которых может привести к снижению механической безопасности, к угрозе причинения вреда жизни и здоровью людей, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни и здоровью животных и растений.

Проектная документация должна содержать предельные значения эксплуатационных нагрузок, превышение которых угрожает механической безопасности здания (сооружения) и может нанести вред имуществу, жизни и здоровью людей. При размещении здания (сооружения) в сейсмоопасных зонах, на подрабатываемых территориях, просадочных или многолетнемерзлых грунтах в проекте указывают предельные значения деформаций конструкций, превышение которых требует дополнительных мер защиты.

Для уникальных зданий (сооружений) в составе раздела проектной документации "Требования к безопасной эксплуатации объектов капитального строительства" необходимо предусматривать разработку проектов

стационарных систем (станций) автоматизированного мониторинга технического состояния в соответствии с ГОСТ 32019.

В случае попадания в зону влияния строительства рядом стоящих зданий (сооружений) природных объектов с высоким уровнем возможного получения ущерба в составе проектных решений необходимо предусмотреть мониторинг изменения их технического состояния и, при необходимости, геотехнический мониторинг грунтового массива на период опасного воздействия в целях своевременного принятия решений о защитных мерах.

Радиус влияния строительства определяют в соответствии с подразделом 6.4 ГОСТ 31937-2011.

Для зданий (сооружений) по пункту 4.8 СП 14.13330.2014 в составе раздела проектной документации "Требования к безопасной эксплуатации объектов капитального строительства" необходимо предусматривать разработку проектов стационарных систем (станций) наблюдения за динамическим поведением конструкций и прилегающих грунтов.

Обязанности службы эксплуатации зданий (сооружений).

Служба эксплуатации зданий (сооружений) обеспечивает самостоятельно или с привлечением специализированных организаций выполнение комплекса работ по эксплуатационному контролю и обслуживанию зданий (сооружений):

- участие при вводе в эксплуатацию здания (сооружения) с правом визирования документов;
- взаимодействие с организациями, выполняющими монтажные и пусконаладочные работы, при подготовке комплекта исполнительной документации (с актами приемки работ и исполнительными чертежами);
- поддержание эксплуатационных показателей строительных конструкций зданий (сооружений), наблюдение за состоянием архитектурных и конструктивных элементов здания (сооружения), подвергающихся воздействию окружающей среды и нуждающихся в текущем ремонте и восстановлении;

- эксплуатационный контроль и обслуживание систем инженерно-технического обеспечения, в том числе подготовка к сезонной работе;
- круглосуточное диспетчерское обслуживание систем инженерно-технического обеспечения и коммуникаций, систем общего мониторинга технического состояния несущих строительных конструкций;
- общая подготовка здания (сооружения) к сезонной эксплуатации;
- сезонные профилактические работы по поддержанию функционирования здания (сооружения) для предупреждения проблем и аварийных ситуаций;
- эксплуатация производственного оборудования (котельных, подъемных механизмов и т.д.);
- при необходимости создание собственной службы по обеспечению работ по устранению аварийных ситуаций и своевременный вызов аварийных служб в случае невозможности ликвидировать аварийную ситуацию собственными силами;
- исполнение нормативных актов, нормативных документов и технической документации по эксплуатации собственными силами или с привлечением сторонних организаций;
- представление интересов собственника (в том числе обеспечение обязательств по договорам аренды);
- взаимодействие с государственными органами контроля и надзора;
- взаимодействие с подрядными организациями и контроль их работы;
- работы по уборке и благоустройству территории, прилегающей к обслуживаемому зданию (сооружению).

Организационные основы эксплуатационного контроля.

Эксплуатационный контроль технического состояния зданий (сооружений) включает в себя общий мониторинг технического состояния здания (сооружения) с помощью системы общего мониторинга технического состояния несущих строительных конструкций, осмотры здания (сооружения),

технический мониторинг систем инженерно-технического обеспечения, обследования.

Выделяют осмотры:

- текущие;
- сезонные;
- внеочередные.

Текущие осмотры осуществляют ежедневно - для зданий (сооружений) повышенного уровня ответственности или еженедельно - для зданий (сооружений) иных уровней ответственности.

Сезонные осмотры осуществляют два раза в год:

- весенний общий осмотр проводят после таяния снега в целях выявления появившихся за зимний период повреждений элементов здания (сооружения), систем инженерно-технического обеспечения, системы общего мониторинга технического состояния несущих строительных конструкций и элементов благоустройства примыкающей к зданию (сооружению) территории. При этом уточняют объем работ по текущему ремонту на летний период и по капитальному ремонту на будущий год;

- осенний общий осмотр проводят по окончании летних работ по текущему ремонту для проверки готовности здания (сооружения) к эксплуатации в зимних условиях.

Внеочередные осмотры проводят после явлений стихийного характера (например, ливней, ураганных ветров, сильных снегопадов, наводнений), аварий в системах инженерно-технического обеспечения и при выявлении деформаций оснований не позднее двух дней после стихийного бедствия или техногенной аварии.

На основании результатов осмотров лицом, осуществляющим эксплуатацию, может быть принято решение о необходимости проведения:

- аварийного ремонта;
- текущего ремонта;

- внеочередного обследования;
- внеплановых мероприятий по обслуживанию здания (сооружения).

Также в результате проведения осмотров уточняют данные, необходимые для проведения ремонта.

Обследования технического состояния проводят специализированные организации в соответствии с ГОСТ 31937. В ходе обследования проводят оценку соответствия несущих конструкций и систем инженерно-технического обеспечения нормативным требованиям, определяют ресурс фактической безопасной эксплуатации конструкций.

Организацией, осуществляющей обследование, может быть принято решение о необходимости проведения капитального ремонта, противоаварийных мероприятий, реконструкции или решение о непригодности использования здания по функциональному назначению.

Первое обследование технического состояния зданий (сооружений) проводят не позднее чем через два года после их ввода в эксплуатацию. В дальнейшем обследование технического состояния зданий (сооружений) проводят не реже одного раза в 10 лет и не реже одного раза в 5 лет для зданий (сооружений) повышенного уровня ответственности или работающих в неблагоприятных условиях (агрессивные среды, вибрации, повышенная влажность и др.), или имеющих повышенные санитарно-гигиенические требования (медицинские и др. организации).

При подготовке объекта к реконструкции или при попадании объекта в зону влияния нового строительства, сроки проведения и состав обследований назначают с учетом требований СП 22.13330.

Комплексные обследования технического состояния зданий (сооружений) дополнительно проводят:

- по истечении нормативных сроков эксплуатации зданий (сооружений);

- при обнаружении значительных дефектов, повреждений и деформаций в процессе технического обслуживания, осуществляемого собственником здания (сооружения);

- по результатам последствий пожаров, стихийных бедствий, аварий, связанных с разрушением здания (сооружения);

- по инициативе собственника объекта;

- при изменении технологического назначения здания (сооружения);

- перед проведением капитального ремонта или реконструкции;

- по предписанию органов, уполномоченных на ведение государственного строительного надзора.

Организационные основы технического обслуживания зданий (сооружений)

В задачи технического обслуживания зданий (сооружений) входят:

- текущее обслуживание, включающее в себя подготовку здания (сооружения), его элементов и систем к сезонной эксплуатации;

- система ремонтного обслуживания, включающая в себя текущие и капитальные ремонты.

В состав работ по текущему обслуживанию входят:

- исправление неисправностей, выявленных в ходе осмотров;

- проведение регламентных работ по регулировке и наладке систем инженерно-технического обеспечения, в том числе при подготовке к сезонной эксплуатации;

- проведение работ по подготовке здания (сооружения) к сезонной эксплуатации;

- санитарное содержание помещений здания (сооружения) и прилегающей территории;

- уборка снега, в т.ч. на кровле;

- обеспечение работоспособности систем общего мониторинга технического состояния несущих строительных конструкций.

Различают два основных метода обслуживания:

- по ресурсу (профилактическое обслуживание) - плановое обслуживание с планированием мероприятий по ресурсу инженерного оборудования и конструктивных элементов: нормативный срок службы по наработке в машино-часах, по числу отказов и др.;

- по состоянию (предупредительное обслуживание) - плановое обслуживание с планированием мероприятий по значениям фактических (текущих) параметров технического состояния элементов инженерного оборудования и конструктивных элементов зданий (сооружений).

Планирование сроков проведения капитальных ремонтов жилых и общественных зданий (сооружений) следует осуществлять в зависимости от их конструктивной схемы с учетом продолжительности эффективной эксплуатации зданий.

Планирование текущих ремонтов следует осуществлять на основании осмотров и данных о целесообразности предупредительных ремонтных работ с учетом экономических и технических возможностей собственников здания (сооружения).

Конкретный перечень работ по текущему ремонту, минимальную периодичность плановых осмотров элементов и помещений зданий (сооружений) различных классификационных групп определяет эксплуатирующая организация, исходя из технического состояния зданий (сооружений) и местных условий.

Объемы проведения капитального ремонта должны быть определены по результатам обследования и мониторинга технического состояния зданий (сооружений), проведенных в соответствии с ГОСТ 31937.

Для зданий (сооружений) промышленного назначения с высокой антропогенной нагрузкой на окружающую среду в рамках технического обслуживания объекта необходимо выполнять мероприятия по

предупреждению и устранению загрязнения окружающей среды, предусмотренные проектной документацией.

Эксплуатация несущих конструкций.

В процессе эксплуатации конструкций не допускается изменять конструктивную схему здания (сооружения). Строительные конструкции необходимо предохранять от перегрузки, в том числе носящей кратковременный характер.

Необходимо обеспечить условия эксплуатации, при которых несущие конструкции не снижают своих первоначальных свойств, предусмотренных при их проектировании и приведенных в СП 15.13330, СП 16.13330, СП 63.13330, СП 64.13330 и других сводах правил для каменных и армокаменных, стальных, бетонных и железобетонных, деревянных конструкций и других видов несущих строительных конструкций соответственно.

При общем мониторинге технического состояния проводят измерения динамических параметров основного тона собственных колебаний здания (сооружения) по ГОСТ 34081.

Средства измерения динамических параметров устанавливают на несущих конструкциях последнего (технического или эксплуатируемого) этажа в каждом подъезде для жилых многоквартирных домов, и вблизи каждой лестничной шахты для остальных видов зданий (сооружений) постоянного, длительного или временного пребывания людей. Места установки (измерительные пункты) средств измерения динамических параметров не должны препятствовать эвакуации людей из здания (сооружения).

Если по результатам измерения значений текущих динамических параметров здания (сооружения), категория технического состояния которого не ниже работоспособной, их изменения не превышают первоначальные на 10%, то категорию технического состояния здания (сооружения) считают неизменной.

Если по результатам измерения значений текущих динамических параметров их изменения превышают первоначальные на 10%, то для установления категории технического состояния необходимо техническое обследование по ГОСТ 31937.

По результатам общего мониторинга технического состояния зданий (сооружений) в соответствии с ГОСТ 31937 составляется заключение по этапу общего мониторинга технического состояния зданий (сооружений).

При оценке технического состояния несущих конструкций предельно допустимые перемещения элементов конструкций следует принимать по СП 20.13330, предельные деформации основания - по СП 22.13330, предельную ширину раскрытия трещин в железобетонных конструкциях - по СП 28.13330, СП 63.13330, если иное не предусмотрено проектом.

В случае выявления недопустимых дефектов, повреждений и негативных процессов в несущих конструкциях должны быть приняты соответствующие неотложные меры к аварийным конструкциям.

Степень опасности и меры по устранению дефектов, повреждений и негативных процессов в строительных конструкциях следует определять на основе поверочных расчетов в соответствии с требованиями действующих нормативных и инструктивных документов с привлечением специализированных организаций.

Для ликвидации обнаруженных дефектов следует шире использовать современную технологию и материалы, такие как композитные, полимерные, с организацией поэтапного контроля качества выполнения работ.

При обнаружении во время проведения обследований или осмотров повреждений конструкций, которые привели или могут привести к резкому снижению несущей способности, обрушению отдельных конструкций или нарушению нормальной работы оборудования, кренов, которые могут привести к потере устойчивости здания (сооружения), следует немедленно информировать об этом ответственного за эксплуатацию или собственника

здания (сооружения), а в экстренных случаях должны быть даны указания о необходимости эвакуации людей.

Замену или модернизацию технологического оборудования, вызывающую изменение силовых воздействий, степени или вида агрессивного воздействия на строительные конструкции здания (сооружения), проведение работ по демонтажу оборудования, переналадке технологических коммуникаций следует проводить только по специальным проектам.

При работе напольного транспорта или других подъемно-транспортных средств необходимо предусматривать мероприятия, предохраняющие строительные конструкции от ударов и других механических воздействий.

Необходимо учитывать возможность негативного воздействия повышенных температур при эксплуатации бетонных и железобетонных конструкций, выполненных из обычного тяжелого или легкого бетона и подвергающихся систематическому нагреву от повышенных (более 50°C) технологических температур.

При эксплуатации строительных конструкций возможно воздействие низких температур, возникающих в процессе замораживания или хранения замороженных продуктов питания, а также в процессе получения или использования материалов с отрицательной температурой (ледяное покрытие спортивных сооружений).

В охлаждаемых зданиях (сооружениях), помещениях с полами на грунте необходимо предусмотреть мероприятия по защите основания от промерзания в соответствии с СП 109.13330.

Железобетонные конструкции следует предохранять от воздействия проточной воды, кислот, щелочей, масел, эмульсий, нефтепродуктов и других агрессивных по отношению к бетону или арматуре жидкостей, а также концентрированных растворов веществ, кристаллизующихся при испарении растворов.

Металлические конструкции должны быть обеспечены надежной антикоррозионной защитой, которая осуществляется, прежде всего, нанесением защитных лакокрасочных покрытий. Значительные повреждения антикоррозионного покрытия необходимо восстанавливать по специально разработанному проекту.

При эксплуатации зданий (сооружений) с металлическими конструкциями и особенно с канатными элементами антикоррозионная защита должна быть обеспечена выполнением следующих условий:

- правильный выбор антикоррозионного покрытия;
- доступ к опасным местам, в первую очередь к концевым участкам и местам перегиба канатов;
- эффективная вентиляция опасных мест;
- организация отвода воды от наиболее ответственных узлов.

Деревянные конструкции должны быть открытыми, хорошо проветриваемыми, по возможности доступными во всех частях для осмотра, профилактического ремонта, возобновления защитной обработки древесины и т.д. В помещениях с деревянными конструкциями необходимо содержать в исправном состоянии устройства для их вентилирования (слуховые окна, каналы, решетки и т.п.), принимая меры для дополнительного вентилирования и просушки древесины в случае ее увлажнения в соответствии с требованиями СП 64.13330.

При осмотре фасадов особое внимание следует уделять безопасности людей при неудовлетворительном техническом состоянии выступающих конструктивных элементов фасадов (балконов, эркеров, козырьков, карнизов, лепных архитектурных деталей и др.).

Для устранения угрозы возможного обрушения элементов конструкций следует незамедлительно выполнять охранно-предупредительные мероприятия - установку ограждений, сеток, прекращение эксплуатации балконов, демонтаж разрушающейся части элемента и т.д.

Деформации грунтов оснований и дефекты фундаментов, как правило, следует устанавливать в процессе осмотров надземных строительных конструкций. При этом необходимо учитывать, что признаками деформации грунтов и дефектов фундаментов являются смещения по вертикали, трещины, наклоны или перекосы конструкций и элементов здания (сооружения).

Предельные деформации основания принимают в соответствии с требованиями СП 22.13330.

При появлении признаков неравномерных осадок фундаментов необходимо выполнить осмотр здания (сооружения), установить маяки на трещины, организовать геодезический мониторинг, принять меры по выявлению причин деформаций и их устранению.

Если после устранения нарушений правил содержания строительных конструкций (проникновения технологических или хозяйственных вод в грунт, перегрузок строительных конструкций или поверхности грунта около стен здания, неисправности систем дренажа и водопонижения и т.д.) повреждения продолжают развиваться, для определения причин их появления и мер по предотвращению разрушения строительных конструкций необходимо проведение технического обследования здания (сооружения) и грунтов его основания специализированной организацией (3.10).

При эксплуатации подвалов необходимо обеспечить, чтобы подвальные помещения были сухими, имели освещение и вентиляцию, а также сохраняли требуемый в зависимости от функционального назначения помещений температурно-влажностный режим.

Повышенную влажность в подвальных помещениях необходимо ликвидировать путем выполнения работ по гидроизоляции стен и полов подвала и/или устройства системы дренирования. Постоянная откачки воды из подвала, способная привести к нарушению гидрогеологических характеристик основания, не допускается.

В целях исключения проникновения шума в жилые помещения от инженерного оборудования, расположенного в подвале, должны быть выполнены мероприятия, снижающие уровень шума [звукоизоляция помещения, установка фундамента насосов на виброоснование, установка вибровставок на напорном трубопроводе, изоляция мест пересечения трубопроводов с конструкциями зданий (сооружений)].

Состояние лакокрасочных, мастичных, клеечных, облицовочных и других защитных покрытий строительных конструкций, подвергающихся химически агрессивным воздействиям, должно постоянно контролироваться и восстанавливаться в кратчайшие сроки в соответствии с указаниями СП 28.13330 либо рекомендациями специализированной организации (3.10).

При появлении агрессивных грунтовых вод или повреждениях антикоррозионной защиты подземных строительных конструкций необходимо с привлечением специализированной организации (3.10) разработать мероприятия по защите фундаментов, стен подвалов или других подземных строительных конструкций от разрушения.

Гидроизоляция фундаментов под оборудование должна быть непрерывной и единой с гидроизоляцией пола, обеспечивающей непроницаемость при возможных проливах жидкостей на пол или фундаменты. В случае крепления оборудования к фундаменту с помощью анкеров необходимо заделывать зазоры между анкером и защитной облицовкой химически стойким к данной среде материалом.

2.1.4. Разработка мероприятий по устранению дефектов, повреждений и негативных процессов в строительных конструкциях на основе определения степени опасности и поверочных расчетов в соответствии с требованиями действующих нормативных и методических документов.

Железобетонные конструкции достаточно долговечны, если эксплуатируются в нормальных температурно-влажностных условиях и при

отсутствии агрессивных воздействий. Однако, в большинстве случаев, на строительные конструкции воздействуют агрессивные газы и жидкости (кислоты, щелочи), повышенные влажность и температура, атмосферный воздух и вода с вредными примесями. Под их влиянием в конструкциях развиваются физико-химические и физико-механические деструктивные процессы. Помимо этого, дефекты могут образоваться в связи с изменением технологических процессов и нагрузок на конструкции.

Основные причины разрушения железобетонных конструкций.

Физико-химические процессы. Коррозия I вида (выщелачивание) — разрушение цементного камня, вызванное воздействием воды и заключающееся в растворении и вымывании из тела конструкции растворимых соединений. В результате повышается пористость бетона и снижается его прочность. Интенсивность выщелачивания зависит от мягкости воды и наличия сквозной фильтрации. Характерным признаком коррозии выщелачивания является образование белесых налетов и новообразований на поверхности бетонной конструкции. Коррозия II вида — разрушение цементного камня, вызванное воздействием растворов кислот, щелочей и других агрессивных веществ, в результате реакции с которым образуются легкорастворимые и вымываемые водой соли или иные соединения, значительно снижающие прочность бетона. Коррозия III вида — разрушение цементного камня, вызванное воздействием сульфатов и других химических соединений, в результате реакции с которым образуются новые вещества, занимающие больший объем нежели исходные вещества. Этот процесс вызывает рост внутренних напряжений и приводит к разрушению бетона.

Физико-механические процессы:

- циклы замораживания и оттаивания;
- абразивный износ;
- динамические и ударные воздействия.

Для железобетонных конструкций зданий и сооружений характерны следующие дефекты и повреждения.

Поверхностные дефекты — могут быть размерами менее толщины защитного слоя бетона и более толщины защитного слоя, с оголением рабочей арматуры. Такие дефекты могут возникать вследствие естественного износа, отсутствия или разрушения защитного покрытия. При новом строительстве такие дефекты возникают из-за скопления воды и воздуха вблизи опалубки, при плохом качестве поверхности опалубки, недостаточном уплотнении бетонной смеси, а также по технологическим причинам, связанным с особенностями проведения арматурных и бетонных работ.

Объемные дефекты — сколы, раковины, разрывы в бетонировании, пустоты, посторонние включения. Такие дефекты, как правило, являются следствием некачественной работы подрядной организации. Например, из-за некачественного виброуплотнения возникают такие опасные объемные дефекты, как «зависание» бетона в нижней части колонн с образованием пустот объемом до десятков литров. Полости и пустоты глубже защитного слоя бетона с оголением рабочей арматуры образуются также при наличии в бетоне мусора, пучков вязальной проволоки и льда и других инородных предметов. Такие дефекты могут значительно снизить несущую способность конструкции. Также к подобным дефектам относят отверстия, образовавшиеся в результате отбора кернов, которые производят для контроля качества бетонных работ.

Нарушение сцепления стальной арматуры и закладных деталей с бетоном возникает в результате раннего нагружения конструкции, коррозии арматуры, а также при использовании загрязненной и замасленной арматуры или закладных деталей.

Залогом высокого качества ремонта и защиты бетонных конструкций, имеющих повреждения или значительный износ, является профессиональный подход к разработке и реализации грамотного технического решения.

К ремонту и защите бетонных конструкций предъявляются все более высокие требования вследствие постоянно растущих нагрузок и воздействий. Применяемые при этом ремонтные материалы должны отвечать требованиям по эффективности, долговечности, технологичности и обеспечивать:

- устойчивость к механическим нагрузкам: статические и динамические нагрузки, вибрации, колебания, удары, абразивный износ и др.;
- стойкость к воздействию химических веществ: воздействия атмосферных факторов, агрессивных жидкостей и газов, химических реагентов и др.;
- устойчивость к температурным воздействиям, перепадам температур, циклам замораживания-оттаивания;
- простоту и удобство применения для решения конкретных задач: возможность применения под воздействием динамических нагрузок, высокую скорость производства работ, работу во влажных условиях, работу в условиях низких температур, применение высокопроизводительного механизированного нанесения и др.

По ГОСТ 32016-2012 (EN 1504-9) необходимо выбрать соответствующие принципы ремонта, после чего можно определить наилучший метод реализации каждого принципа.

Выбор материалов и технологии ремонта осуществляется с учетом следующих особенностей:

- текущее состояние конструкции, особенности дефекта;
- пространственное расположение конструкции;
- возможность установки опалубки;
- особенности и густота армирования;
- возможные ограничения (доступ к повреждениям, рабочий график сооружения, влияние погодных факторов, сроки производства работ и т. п.);
- возможность внесения конструктивных изменений для устранения причин разрушения конструкции (например, установка водоотвода и т. п.).

Для ремонта конструкций могут применяться материалы, имеющие различную химическую основу. Наиболее часто используют составы на минеральной (цементной) основе, однако, в ряде случаев необходимо использовать составы на полимерной основе.

Полимерные составы превосходят материалы на цементной основе по следующим характеристикам:

- прочность на сжатие и изгиб, как следствие, более высокая устойчивость к динамическим и ударным нагрузкам;
- скорость набора прочности, что позволяет сократить сроки работ;
- высокая адгезия к бетону и стали;
- отсутствие усадки;
- высокая химическая стойкость и непроницаемость;
- не требуют предварительного увлажнения основания и последующего ухода.

Конструкционный ремонт бетона предполагает восстановление несущей способности конструкции до проектных значений. При этом предполагается, что расчетные нагрузки будут передаваться через ремонтную зону, и ремонтный раствор будет работать сплошным сечением совместно со всей конструкцией. Конструкционный ремонт применяется в случае ремонта несущих элементов, восстановления геометрических размеров и структурной целостности конструкций. Ремонт обеспечивает ликвидацию дефектов путем заполнения пустот и полостей структуры ремонтным составом, позволяющим восстановить сплошность, монолитность и несущую способность конструкции.

Примером конструкционного ремонта является восстановление защитного слоя бетона в случае его разрушения, карбонизации, насыщения хлоридами и другими агрессивными веществами и коррозии арматуры. В этих случаях старый защитный слой подлежит полному или частичному удалению, арматура при этом должна быть очищена от ржавчины и обработана противокоррозионным составом. Примерами конструкционного ремонта также

являются устройство железобетонных рубашек, ремонт сквозных структурных трещин.

Неконструкционный ремонт бетона применяется для восстановления поверхностного слоя, а также элементов конструкции, не влияющих на несущую способность. Такой ремонт подразумевает, что расчетные нагрузки не передаются через ремонтную зону. Материалы, предназначенные для неконструкционного ремонта, применяют для чистовой отделки бетонных поверхностей, восстановления и выравнивания геометрической формы, заполнения мелких дефектов, пор, каверн, защиты от дальнейших разрушений и для последующего нанесения защитных покрытий.

Характерные повреждения металлических конструкций.

Повреждения металлических конструкций могут возникать вследствие перенапряжения в них в результате принятия ошибочных конструктивных решений, допущенных ошибок в статических и динамических расчетах, недоучета снеговых, ветровых и других нагрузок.

Ошибкой статического расчета может служить не принятый во внимание случай односторонней снеговой нагрузки на решетчатую стропильную ферму. Для определенных конструктивных решений здания требуется одновременный учет полной и односторонней снеговой нагрузки.

При установке стальных балок на кирпичную кладку для экономии опорных плит их не всегда используют, опирая непосредственно на стенку с недопустимо большими опорными участками балок, прогиб которых приводит к концентрации сжимающих напряжений у наружного края опорного участка, так что кромка стены может быть сжата, вызывая недопустимо большую концентрацию напряжений, превышающую прочность кладки. Такие производственные ошибки могут привести к нарушению работы всей системы, а также к негативным последствиям.

Для определения максимальной расчетной длины опорных участков используют эмпирическую формулу, где длина не должна быть больше $1/3$ высоты балки плюс 10 см.

Повреждения металлических конструкций могут возникнуть на разных стадиях строительства и эксплуатации объекта.

Так, технологические нарушения могут быть допущены при заводском изготовлении металлоконструкций. Здесь первостепенную роль играют качество сварки, постановка заклепок и болтов. При обследовании выявляются отсутствие болтов или неполная их затяжка, наличие дефектов сварки.

Сварные швы могут быть выполнены с отклонениями от действующих технических условий и правил, с использованием электродов не тех марок, которые предусмотрены проектом, в наплавленном металле могут наблюдаться поры, шлаковые включения. Низкое качество сварки обуславливается, например, недостаточной квалификацией сварщика и выполнением ее при низких отрицательных температурах. Впоследствии в таких швах образуются трещины, которые в итоге приводят к концентрации напряжений и ослаблению конструкции, а в отдельных случаях — даже к их обрушению.

К недостаткам качества монтажа металлических конструкций относятся искривление и изогнутость отдельных стержней-стоек, раскосов, связей, пропуск болтов в ряде монтажных соединений или слабая их затяжка, непровары и разрывы в сварке и пр. Особое внимание следует обращать на места стыковки стальных конструкций с железобетонными, обеспечивать прочные и надежные соединения, поэтому при проведении обследования обращается особое внимание на состояние опорного башмака металлической колонны, конструкция которого должна исключать застой воды в процессе эксплуатации.

Следует иметь в виду, что металлическим несущим конструкциям чаще угрожает потеря устойчивости, чем, например, железобетонным; среди них можно встретить явление выпучивания элементов из плоскости.

Несовершенство проведения монтажа конструкции при установке балки с определенным эксцентриситетом меняет напряженное состояние несущих конструкций и может вызывать их перегрузку.

В местах, где длительное время поврежденные каменные, железобетонные или деревянные конструкции соприкасаются с металлическими, последние в ряде случаев оказываются поврежденными коррозией, иногда со значительной потерей сечения и ослаблением металла. Это происходит в местах замачивания, где основным фактором, способствующим преждевременному износу конструкций, является коррозия.

Часто масса строительных конструкций (колонна, стена, опора) умышленно или неумышленно завышается, например, при надстройке дополнительных этажей или перестройке с применением более тяжелых конструкций, большего числа стен, перегородок, измененной полезной нагрузки или увеличенного числа вставок без ясного представления о фактическом перераспределении усилий и без анализа изменившейся статической схемы несущего каркаса, что влечет за собой нарушение нормальной работы сооружения и нередко требует усиления конструктивных элементов.

Характерные повреждения каменных; кирпичных конструкций.

Каменная кладка является неоднородным упругопластичным телом, состоящим из камней и швов, заполненных раствором. Этим обуславливаются следующие особенности ее работы: при сжатии кладки усилие передается неравномерно вследствие местных неровностей и неодинаковой плотности отдельных участков затвердевшего раствора. В результате камни подвергаются не только сжатию, но также изгибу и срезу, а загруженная каменная кладка испытывает еще и поперечное растяжение.

Характер разрушения кладки и степень влияния многочисленных факторов на ее прочность объясняется особенностями ее напряженного состояния при сжатии. Разрушение обычной кирпичной кладки при сжатии начинается с

появления отдельных вертикальных трещин, как правило, над и под вертикальными швами, что объясняется явлениями изгиба и среза камня, а также концентрацией растягивающих напряжений над этими швами.

В результате эрозии кирпичной кладки стен уменьшается рабочее сечение несущего элемента, что приводит ее к преждевременному износу, снижается несущая способность, появляются трещины.

При отсутствии опорных подушек под стропильными балками или фермами образуются трещины за счет действия на них сил среза кирпичной кладки.

В результате замачивания стен и ошибок при проектировании в части теплотехнических мероприятий из-за появления точки росы внутри толщи стены при периодическом замораживании происходит ее расслоение. Выявить зону повреждений легко простукиванием стены. В этих случаях ее следует усилить и организовать дополнительные мероприятия по повышению ее теплотехнических свойств.

Кирпичные стены зданий и сооружений могут повреждаться растущей корневой системой от близко расположенных деревьев. Корни деревьев прорастают под стены здания и с возрастом, увеличиваясь в объеме, вызывают изгибные деформации и появление трещин в стенах.

Повреждения от силовых воздействий приводят к появлению трещин бетона в зоне растягивающих усилий и его расслаиванию в зоне сжимающих усилий.

К трещинам, появившимся в эксплуатационный период, относятся следующие:

- возникшие в результате температурных деформаций из-за отсутствия или нарушений шага температурных швов;
- вызванные неравномерностью осадок грунтового основания, что может быть связано с нарушением требований к устройству осадочных

деформационных швов или проведением земляных работ в непосредственной близости от фундаментов без обеспечения специальных мер.

2.1.5. Техническая эксплуатация фундаментов, стен, перекрытий, элементов несущего каркаса.

Наличие трещин на стенах, искривление рядов кладки, отрыв наружных стен от внутренних, наличие на поверхности стен подполья или подвала влажности являются причиной неисправности в фундаментах или основании здания.

Основными причинами деформации грунтовых оснований являются: превышение расчетных нагрузок на основание; внешние динамические нагрузки (сейсмические, взрывные, движение транспорта и т.д.); малая глубина заложения фундаментов; ошибки при проведении инженерно-геологических изысканий; ошибки при проектировании и т.д.

Незначительные и равномерные деформации (осадки) для зданий не опасны, большие и неравномерные деформации (просадки) могут привести к образованию трещин, разрушению конструкции, авариям зданий и сооружений.

Значительные осадки, равномерные по всему периметру зданий, не вызывают серьезных деформаций, не препятствуют нормальной эксплуатации здания. Опасными являются неравномерные осадки.

Здания подразделяются по чувствительности на малочувствительные и чувствительные. Малочувствительными являются здания, проседающие как единое пространственное целое равномерно или с креном, и здания, элементы которых шарнирно связаны.

Чувствительными к неравномерным осадкам являются здания с жестко связанными элементами, смещение которых может привести к значительным деформациям.

Предельные разности осадок отдельных частей оснований фундаментов колонн или стен зданий не должны превышать 0,002 расстояния между этими частями.

Предельные значения средних осадок оснований зданий:

- крупнопанельных и крупноблочных — 8 см;
- с кирпичными стенами — 10 см;
- каркасных — 10 см;
- со сплошным железобетонным фундаментом — 30 см.

В зависимости от характера развития неравномерных осадок основания и жесткости здания различают следующие формы деформаций: крены, прогибы, выгибы, перекосы, кручение, трещины, разломы и т.д.

Перекос возникает, когда резкая неравномерность осадок развивается на коротком участке здания. Прогиб и выгиб связаны с искривлением здания. Кручение возникает при неодинаковом крене по длине здания, при котором в двух сечениях здания он развивается в разные стороны. Предельное значение крена не должно превышать 0,004 высоты здания. Прогибы для крупнопанельных зданий не должны превышать 0,0007 длины участка, на котором проверяют прогиб, для кирпичных и блочных — 0,00013.

От воздействия различных факторов могут развиваться осадки, вызванные изменением структуры грунта, которая может нарушаться вследствие воздействия грунтовых вод, метеорологических воздействий, промерзания, оттаивания и высыхания.

При нарушении структуры и потере несущей способности основания в процессе эксплуатации применяют различные способы укрепления грунта: уплотнение, закрепление, замену.

Второй основой здания являются фундаменты, работа которых протекает в сложных условиях. Они подвергаются внешним силовым и несиловым воздействиям. Силовые — это нагрузки от вышележащих конструкций, отпор

грунта, силы пучения, сейсмические удары, вибрация и т.д.; несиловые воздействия — температура, влажность, воздействие химических веществ и т.д.

Все эти воздействия могут привести к появлению напряжений и разрушений в фундаментах, к нарушению эксплуатационного режима здания.

Для обеспечения необходимых условий эксплуатации зданий фундаменты должны отвечать ряду требований: прочности, долговечности, устойчивости на опрокидывание, на скольжение, быть стойкими к воздействию грунтовых и агрессивных вод.

На эксплуатационные свойства фундаментов оказывает влияние конструктивная схема.

При приемке здания в эксплуатацию необходимо тщательно проверить качество устройства гидроизоляции фундаментов и подвальных частей.

Основной причиной физического износа и снижения несущей способности фундаментов является разрушающее действие грунтовых и поверхностных вод, поэтому необходимо выполнить мероприятия по отводу поверхностных вод и понижению уровня грунтовых вод.

Для предохранения грунта у фундамента здания и стен подвала от увлажнения поверхностными водами устраивают отмостку шириной не менее 0,8 м с уклоном от здания 0,02—0,01 для асфальтовых и 0,15—0,1 для булыжных отмосток.

Тротуары следует устраивать с водонепроницаемым покрытием (асфальт, бетон) с уклоном от стен здания 0,01—0,03, при водонепроницаемых грунтах подготовку под тротуары выполняют по слою жирной глины.

Техническая эксплуатация фундаментов и оснований предусматривает меры по содержанию придомовых территорий. Территория двора для предохранения фундаментов от увлажнения должна иметь уклон от здания не менее 0,01 по направлению к водоотводным лоткам или приемным колодцам ливневой канализации, водосточные трубы должны содержаться в постоянной исправности.

Фундаменты и стены подвалов, находящиеся рядом с неисправными трубопроводами системы водоснабжения, канализации, теплоснабжения, в местах их пересечения со строительными конструкциями, должны быть защищены от увлажнения.

Проводить земляные работы вблизи здания разрешается только при наличии проектов, предусматривающих защиту оснований и фундаментов от увлажнения и деформаций, вызванных изменением или перераспределением нагрузок.

При появлении в стенах трещин из-за осадки грунта основания необходимо поставить маяки и наблюдать за ними 15—20 дней.

Если на протяжении срока наблюдения на маяке не появится трещина, значит, образование их и неравномерная осадка прекратились. Разрушение маяков означает продолжение осадки грунта, поэтому необходимо провести более тщательное изучение деформации и трещину заделать только после устранения причин, вызвавших ее.

Источниками увлажнения подвала может служить влага, поступающая через приямки. Стены приямков должны возвышаться над тротуаром на 10—15 см, поверхности стен и пола приямков должны быть без трещин, пол приямков иметь уклон от здания с устройством для отвода воды из приямка. Трещины и щели в местах примыкания элементов приямков к стенам подвала заливают битумом или заделывают асфальтом.

При наличии неорганизованного водоотвода нужно защищать приямки от попадания атмосферных осадков устройством навесов.

Подвалы и технические подполья должны иметь температурновлажностный режим согласно установленным требованиям.

В неотапливаемых подвалах и технических подпольях должен соблюдаться температурно-влажностный режим, при котором поддерживаются температура воздуха не ниже 5 °С и относительная влажность не более 60%. В отапливаемых подвалах температурно-влажностный режим, препятствующий

выпадению конденсата на поверхности ограждающих конструкций, устанавливается в зависимости от характера использования помещения. Помещения подвалов и подполий необходимо регулярно проветривать с помощью вытяжных каналов вентиляционных отверстий в окнах, цоколе или других устройств при обеспечении не менее чем однократного воздухообмена.

При выпадении на поверхности конструкции конденсата или появлении плесени необходимо устранить источники увлажнения воздуха и обеспечить интенсивное проветривание подвала или технического подполья через окна и двери, устанавливая в них дверные полотна и оконные переплеты с решетками и жалюзи.

В подвалах и подпольях с глухими стенами при необходимости следует пробить в цоколе не менее двух вентиляционных отверстий в каждой секции здания, расположив их в противоположных стенах и оборудовав жалюзийными решетками и вытяжными вентиляторами.

В зданиях с теплыми полами на первом этаже продухи в цоколе держат открытыми. В зданиях с холодными полами с наступлением холодов продухи закрывают.

Площадь продухов должна составлять примерно $1/t$ площади подвала или технического подполья.

С целью предохранения конструкций от появления конденсата и плесени необходимо организовывать регулярное сквозное проветривание, открывая все продухи, люки, двери. Проветривание подполья следует проводить в сухие и неморозные дни.

Не допускается устраивать в подвальных помещениях склады горючих и взрывоопасных материалов, размещать другие хозяйственные склады, если вход в эти помещения осуществляется из общих лестничных клеток. На все проемы, каналы, отверстия технического подполья должны устанавливаться защитные сетки от грызунов.

Входные двери в техническое подполье, подвал должны быть закрыты на замок (ключи хранятся в организациях по содержанию жилищного фонда, ОДС, у дворника, рабочих, проживающих в этих домах), о месте хранения делается специальная надпись на двери.

Если через арендуемые помещения проходят транзитные инженерные коммуникации, арендатор обязан обеспечить доступ к ним представителям соответствующих организаций по обслуживанию жилищного фонда и городского коммунального хозяйства в любое время суток.

Организация по обслуживанию жилищного фонда должна регулярно (по рекомендациям санитарных органов) проводить дератизацию и дезинфекцию по уничтожению грызунов и насекомых в местах общего пользования, подвалах, технических подпольях.

При наступлении оттепелей необходимо регулярно убирать снег от стен здания на всю ширину отмостки или тротуара, принимать меры к ускорению таяния снега путем рыхления, разбрасывания и скалывания льда, водосточные лотки и приемные люки для стока воды периодически очищать. Опасность для оснований представляют растения, поэтому их сажают не ближе 5 м от стен здания.

Фундаменты и стены подвалов увлажняются из-за повреждения в трубопроводных системах; в случае обнаружения протечек затопления подвалов необходимо установить причины и принять соответствующие меры: установить и отключить поврежденный участок трубопровода, устранить неисправности трубопровода, отмостки, дренажной системы, исправить поврежденную гидроизоляцию.

Для предупреждения преждевременного износа отдельных частей здания и инженерного оборудования, устранения мелких повреждений и неисправностей предусматривается текущий ремонт.

Продолжительность эффективной эксплуатации здания до проведения очередного текущего ремонта фундаментов в зависимости от конструкций составляет от 15 до 60 лет.

При текущем ремонте фундаментов и стен подвальных помещений необходимо выполнить следующие основные работы:

- заделка и расшивка стыков, швов, трещин, восстановление местами облицовки фундаментных стен со стороны подвальных помещений, цоколей;
- устранение местных деформаций путем перекладки и усиления стен;
- восстановление отдельных гидроизоляционных участков стен подвальных помещений;
- пробивка (заделка) отверстий, гнезд, борозд;
- усиление (устройство) фундаментов под оборудование (вентиляционное, насосное);
- смена отдельных участков ленточных, столбчатых фундаментов или ступеней под деревянными зданиями, зданиями со стенами из прочих материалов;
- устройство (заделка) вентиляционных продухов, патрубков, ремонт примыканий, входов в подвал;
- замена отдельных участков отмосток по периметру зданий;
- герметизация вводов в подвальное помещение и техническое подполье;
- установка маяков на стенах для наблюдения за деформациями.

При капитальном ремонте фундаментов и подвальных помещений выполняют следующие работы:

- усиление оснований под фундаменты каменных зданий, не связанное с надстройкой здания;
- частичная замена или усиление фундаментов под наружными и внутренними стенами, не связанные с надстройкой здания;
- усиление фундаментов под инженерное оборудование, ремонт кирпичной облицовки фундаментных стен со стороны подвалов в отдельных местах;

- перекладка кирпичных цоколей;
- частичная или полная перекладка прямых у окон подвальных и цокольных этажей;
- устройство или ремонт гидроизоляции фундаментов в подвальных помещениях;
- восстановление или устройство новой отмостки вокруг здания;
- восстановление или устройство новой дренажной системы.

Техническая эксплуатация стен.

Стены подвергаются разнообразным силовым и несиловым воздействиям; воспринимают нагрузки от собственной массы, перекрытий, покрытий, крыш, ветровые, сейсмические нагрузки, солнечную радиацию и т.д.

Наружные стены состоят из следующих элементов: простенки, цоколь, проемы, карнизы, парапеты. Внутренняя стена включает только элементы проемов. Стены должны удовлетворять требованиям прочности, долговечности, огнестойкости, обеспечивать помещениям здания соответствующий температурно-влажностный режим, защищать здание от неблагоприятных внешних воздействий, обладать декоративными качествами.

Задачей технической эксплуатации стен зданий является сохранение их несущей способности и ограждающих свойств в течение всего срока службы. Наиболее частыми и характерными повреждениями каменных стен зданий и сооружений являются:

- деформации стен (прогибы, выгибы, отклонения от вертикали);
- отколы, раковины, выбоины и другие нарушения сплошности;
- увлажнение кладки стен, выветривание и вымывание раствора из швов кладки;
- повреждение защитных и отдельных слоев;
- разрушение основного материала стен.

В крупнопанельных зданиях особого внимания требуют: панели наружных стен; внутренние несущие стены с вентиляционными панелями, вертикальные и

горизонтальные стыки между панелями наружных стен; швы между панелями и оконными коробками; наружные узлы здания; места сопряжения чердачных перекрытий со стенами; стыки каркаса и др.

Основными причинами возникновения повреждения стен зданий в процессе эксплуатации являются:

- неравномерная осадка различных частей зданий;
- низкое качество материала, из которого выполнены стены;
- ошибки при проектировании (неудачное конструктивное решение узлов сопряжения, неправильный учет действующих нагрузок, потеря устойчивости из-за недостаточного числа связей и т.д.);
- низкое качество выполнения работ;
- неудовлетворительные условия эксплуатации;
- отсутствие или нарушение гидроизоляции стен и т.д.

По материалу различают следующие основные типы конструкций стен: деревянные, каменные, бетонные и стены из небетонных материалов.

Кирпичные стены в процессе эксплуатации необходимо систематически осматривать с целью обнаружения трещин в теле стены, расслоения рядов кладки, провисания и выпадения кирпичей из перемычек над проемами, разрушения карнизов и парапетов.

Появление трещин в стенах зданий может вызываться следующими причинами: неравномерной осадкой стен, вымыванием грунта из-под подошвы фундамента грунтовыми водами; вследствие аварий трубопроводов, намокания и осадки грунтов под фундаментом из-за повреждения или отсутствия отмостки, а также местных осадок стен, вызванных близостью строящихся объектов, и т.д.

Различают разные виды трещин. Волосяные трещины незаметны на поверхности штукатурки, нет излома кирпича под ними. Такие трещины появляются вследствие усадки штукатурки или небольших осадок и перекосов стен и фундаментов, они могут наблюдаться в швах кладки, на кирпиче.

Опасности для здания не представляют. При обнаружении трещин необходимо установить контроль за конструкциями.

Раскрытые трещины свидетельствуют о значительных смещениях, происходящих в частях здания.

Вертикальные трещины одинаковой ширины по высоте появляются из-за резкой осадки частей здания, наклонные трещины — при постоянном увеличении осадки фундамента и стены в стороне от места образования трещины.

Вертикальные трещины, расходящиеся кверху, образуются, когда осадка одной или обеих частей стены постепенно увеличивается. Наклонные трещины, сближающиеся кверху, свидетельствуют об осадке участка стены между трещинами.

Горизонтальные трещины появляются в результате резкой местной осадки фундаментов. В этом случае необходимо принять меры по усилению основания. В стенах большой протяженности могут возникать температурные трещины, величина раскрытия которых в зависимости от температуры наружного воздуха может изменяться (увеличиваться или уменьшаться) (рис. 2.3).

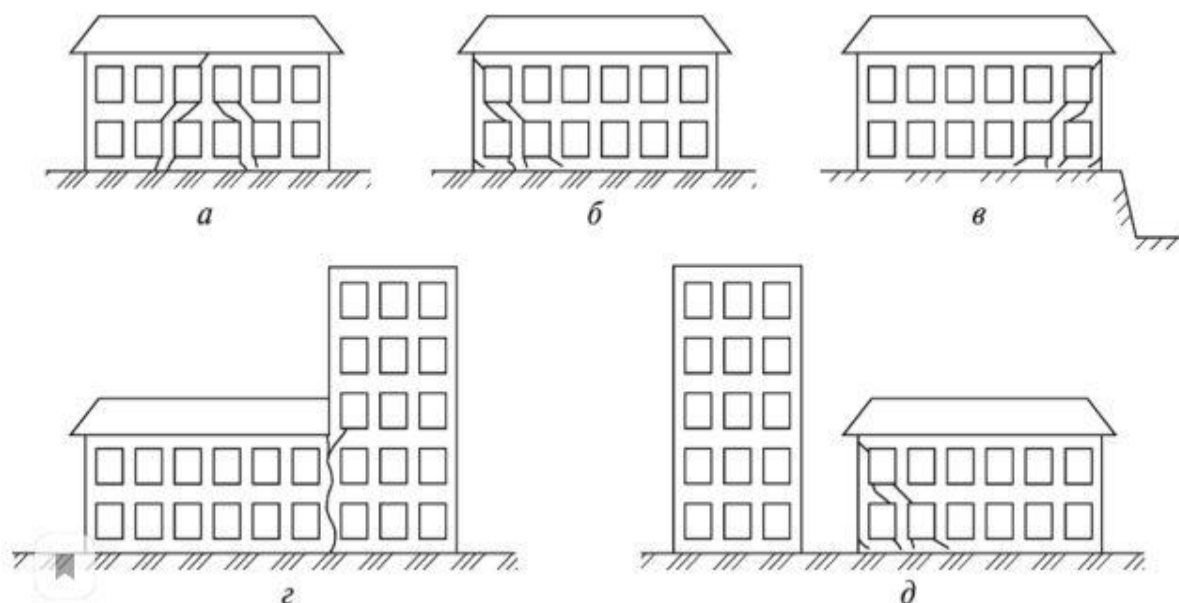


Рис. 2.3. Причины образования трещин в несущих стенах из-за неудовлетворительного состояния оснований и фундаментов: а — слабые грунты под средней частью здания; б — то же у

торца здания; в — обширная выемка грунта в непосредственной близости от здания; г — отсутствие осадочного шва между частями здания разной высоты; д — близкое расположение нового многоэтажного здания возле малоэтажного

При появлении трещин необходимо установить маяки для определения характера поведения трещин. Если образование трещин прекратилось, их заделывают сплошным раствором. Если ширина трещин увеличивается, то необходимо детально их обследовать и устранить причины, которые привели к образованию трещин.

Если стены продуваются через заполнения проемов, необходимо отбить штукатурку у откосов проемов и тщательно проконопатить щели между оконными и дверными коробками и кладкой стен, а штукатурку восстановить.

При выпадении кирпичей на выветрившихся участках стен участки следует расчистить, а затем заделать материалом, из которого выполнена стена.

Для защиты наружных углов цоколя (у сквозных проездов через здания) от повреждения необходимо устанавливать ограничительные тумбы или защищать углы путем заделки их стальными уголками на высоту 2 м. При эксплуатации каменных стен запрещается без специального разрешения пробивать оконные и дверные проемы в кирпичных стенах здания, крепить к ним оттяжки для подвески проводов.

Запрещается складировать в непосредственной близости стен различные материалы, дрова и т.д.

Для снижения влажности помещений проверяют работу вентиляционных устройств и при необходимости осуществляют наладочно-регулирующие работы. Усилению работы вентиляционной системы с естественным побуждением способствует повышение температуры внутреннего воздуха, для чего увеличивают площадь нагревательных приборов в помещении с недостаточной вентиляцией. Увлажненные конструкции высушивают нагревательными приборами.

В помещениях с повышенной влажностью необходимо устраивать на поверхности наружных стен со стороны помещений пароизоляцию с

последующим оштукатуриванием, покраской масляной краской или облицовкой плиткой.

Деревянные стены выполняют рублеными, щитовыми, брусчатыми, каркасными.

Деревянные стены подвержены разрушающему воздействию грибков и насекомых-древоточцев, в связи с чем необходимы постоянные наблюдения и тщательные осмотры.

Необходимо проводить наблюдение за возможным появлением выпучиваний в стенах. Выход конструкции стен из вертикальной плоскости свидетельствует о недостаточной прочности их связей, которые должны быть усилены.

Температурно-влажностный режим имеет важное значение для долговечности конструкций, выполненных из дерева, так как на рушение его ведет к увлажнению и загниванию, перегреву и ослаблению древесины.

При эксплуатации конструкций стен, выполненных из дерева, необходимо обращать особое внимание на места, наиболее опасные в отношении загнивания, т.е. на ограждающие конструкции, обращенные к северу, а также на стены, расположенные в помещениях, примыкающих к источникам влаговыведения (санузлы, кухни и т.д.).

На наружных поверхностях стен необходимо заделывать неплотности (щели, трещины) во избежание проникновения внутрь конструкции атмосферной влаги, а также плотно пригонять к стенам сливные доски цоколей, окон, поясков с уклоном не менее 1:3. Необходимо восстановить или заново выполнить рулонную пароизоляцию каркасных стен в случае их увлажнения. Пароизоляционный слой располагают непосредственно под внутренней обшивкой, со стороны помещения стены нужно оштукатуривать.

В деревянных цоколях заменяют сгнившие части забирки, пополняют засыпку цоколя. Во избежание увлажнения засыпки под ней по периметру цоколя делают набивку слоем глины толщиной 30 мм.

Сильно поврежденные дереворазрушителями венцы обвязки и стойки заменяют, антисептируют сохраняемые и новых детали с устройством гидроизоляции по верху фундамента или цоколя.

При появлении конденсационной влаги в виде сырых пятен на стенах или потолке необходимо, устранив местные дефекты, увеличить теплоизоляцию со стороны холодной поверхности ограждений, увеличить теплоотдачу системы отопления, например путем установки дополнительных отопительных приборов, усилить проветривание помещений и т.д.

Конструкции деревянных стен сгораемые, поэтому необходимо строго соблюдать общие правила пожарной безопасности — для этого такие конструкции необходимо защищать, покрывая их огнезащитными составами и пропитывая растворами антипиренов.

Для предохранения от увлажнения и биовредителей конструкции деревянных стен обрабатывают пентафталевыми, перхлорвиниловыми и другими эмалями, прозрачными лаками ПФ-115, ПФ-170, ХВ-110, ХВ-124, ХВ-785, УР-293 и т.д.

В качестве защитных составов используют покрытие огнезащитное фосфатное ОФП-9, покрытие вспучивающее ВП-9, огнезащитную акриловую краску АК-151КР03, в качестве антипиренов — водорастворимые аммонатные соли, борную кислоту, соли фосфатной кислоты и т.д.

При эксплуатации крупнопанельных стен необходимо особое внимание уделить состоянию герметизации и усилению температурных швов горизонтальных и вертикальных стыков, наличию и характеру трещин в теле панелей и фактурном слое.

Примерно 30—35% протечек, промерзаний, отслоений внутренней отделки помещений приходится на ненадежную герметизацию стыков элементов конструкции стен. Причины этого — несовершенство проектных решений, некачественное выполнение работ по герметизации стыков и т.д.

Для обеспечения герметичности стыков необходимо проводить планово-предупредительные мероприятия по герметизации сопряжений и ремонт стеновых панелей в сроки, предупреждающие потерю ими эксплуатационных свойств.

При эксплуатации крупнопанельных зданий необходимо тщательно осматривать стены на наличие трещин в местах сопряжения наружных и внутренних стен; перекрытий и балконов со стенами; лестничных маршей и площадок между собой и со стенами лестничных клеток; обращать внимание на появление сырых пятен и следов промерзания на стенах или в углах, ржавых пятен на стенах и в местах расположения закладных металлических деталей.

Для предупреждения появления ржавых пятен защитный слой должен быть $20 + 5$ мм, надежная фиксация гибкой арматуры должна быть 3—4 мм.

Обнаруженные трещины на поверхности стен, отслоение фактурного слоя или плитки контролируют маяками. Трещины заделывают раствором и материалом, однородным с материалом стены, если они не увеличиваются. В случае дальнейшего раскрытия трещин необходимо провести более тщательное обследование, так как значительное раскрытие трещины (свыше 0,3 мм) может привести к снижению несущей способности стен и дальнейшему разрушению бетона, коррозии арматуры и закладных деталей. Если в местах сопряжений перегородок со стенами обнаружены трещины, их следует расширить, расчистить и проконопатить паклей, минеральным войлоком или заделать пенополиуретаном.

Если сырость на внутренней поверхности углов наружных стен имеет устойчивый характер, то производят утепление внутренней поверхности таких углов.

Промерзание многослойных панелей вследствие низкого качества их заводского изготовления или увлажнения слоя утеплителя устраняют, вскрывая теплоизоляционный слой в местах промерзания до железобетонной плиты с

последующей его заделкой сухим теплоизоляционным материалом и восстановлением защитного слоя.

В случае обнаружения в многослойной стеновой панели механических повреждений железобетонной плиты с повреждением арматурной сетки необходимо сварить концы поврежденной арматуры, забетонировать заподлицо с наружной поверхностью плиты и восстановить отделочный слой.

Для предупреждения промерзания стен, появления плесневелых пятен, слизи, конденсата на внутренних поверхностях наружных ограждающих конструкций влажность материалов должна составлять: керамзита — 3%, шлака — 4—6, пенобетона — 10, газобетона — 10%; влажность стен: деревянных — 12%, кирпичных — 4, железобетонных (панельных) — 6, керамзитобетонных — 10, утеплителя в стенах — 6%.

В первые два года эксплуатации полносборные здания, имеющие повышенную влажность стеновых ограждений, необходимо интенсивно отапливать и проветривать. Стыки панелей должны отвечать требованиям: водозащиты за счет применения герметизирующих мастик с соблюдением технологии их нанесения и качественной подготовки поверхности; воздухозащиты за счет уплотняющих прокладок из поро- изола, гернита, вилатерма, пакли и других материалов с обязательным обжатием не менее 30—50%, а также теплозащиты путем установки утепляющих пакетов. Регламентируемое раскрытие стыков от температурных деформаций: вертикальных — 2—3 мм, горизонтальных — 0,6— 0,7 мм. В стыках закрытого типа гидроизоляция достигается герметиком, воздушно-уплотняющими материалами с обязательным обжатием 30—50%; теплоизоляция — теплопакетами или устройством «вутов» шириной не менее 300 мм. Стыковые соединения, имеющие протечки, должны быть заделаны с наружной стороны эффективными герметизирующими материалами (упругими прокладками и мастиками).

Техническое обслуживание стен должно проводиться в течение всего периода эксплуатации. Минимальная продолжительность эффективной эксплуатации стен:

- крупнопанельных зданий с утепляющим слоем из минераловатных плит — 50 лет;
- крупнопанельных однослойных из легкого бетона — 50 лет;
- особо капитальных, каменных (кирпичных при толщине 2,5—3,5 кирпича) или крупноблочных на сложном или цементном растворе — 40 лет;
- каменных обыкновенных (кирпичных при толщине 2—2,5 кирпича) — 30 лет;
- каменных облегченной кладки из кирпича, шлакоблоков и ракушечника — 15 лет;
- деревянных рубленых и брусчатых — 8 лет.

Минимальная продолжительность эксплуатации для герметизированных стыков:

- панелей наружных стен мастиками неотверждающимися — 80 лет;
- то же, отверждающимися — 80 лет;
- мест примыкания оконных и дверных блоков к граням проемов — 60 лет.

Перечень основных работ по текущему ремонту стен:

- заделка трещин, расшивка швов, восстановление облицовки и перекладка отдельных участков кирпичных стен площадью до 2 м²;
- герметизация стыков элементов полносборных зданий и заделка выбоин и трещин на поверхности блоков и панелей;
- пробивка отверстий, гнезд, борозд;
- смена отдельных участков обшивки деревянных стен, венцов, элементов каркаса, укрепление, утепление, конопатка пазов;
- восстановление простенков, перемычек, карнизов, постановка на раствор выпавших камней;
- усиление промерзающих участков стен в отдельных помещениях;

- устранение сырости, продуваемости;
- прочистка и ремонт вентиляционных каналов и вытяжных устройств.

Техническая эксплуатация перекрытий.

Перекрытия выполняют несущие и ограждающие функции, играют роль горизонтальных диафрагм жесткости, обеспечивающих устойчивость здания в целом. Они воспринимают нагрузку от людей, инженерного оборудования, мебели и передают ее на несущие стены. Перекрытия должны обладать необходимыми прочностными, теплозащитными, звукоизоляционными, гидроизоляционными и другими свойствами.

По месту расположения в здании и эксплуатационному назначению перекрытия подразделяются на надподвальные (надподпольные), цокольные, междуэтажные, чердачные.

Факторами, определяющими материал и конструкцию перекрытия, являются действующие на него силовые и несиловые воздействия.

Силовые воздействия вызывают напряженное состояние и деформации элемента, проявляющиеся в прогибах. Несиловые воздействия вызывают необходимость придать перекрытиям акустические, теплотехнические и другие качества, отвечающие требованиям эксплуатации.

Конструктивная схема перекрытий определяется способом передачи воспринимаемых ими силовых воздействий на стены. В зависимости от этого перекрытия подразделяются на балочные и безбалочные (плитные).

По материалу перекрытия классифицируют на деревянные, железобетонные, стальные.

В наиболее сложных эксплуатационных условиях при отсутствии подвального помещения находятся цокольные деревянные перекрытия.

Перекрытие состоит из несущих балок, пароизоляции, чистого пола, разреженного «черного» пола, утеплителя. Для обеспечения вентиляции конструкции утеплителя в цоколе устраивают продухи, закрываемые на зимний период.

Загнивание деревянного наката и балок деревянных перекрытий в чердачном помещении может произойти вследствие протекания кровли, недостаточного слоя утеплителя, неудовлетворительного температурно-влажностного режима, плохой вентиляции чердачного помещения. Для обеспечения звукоизоляции междуэтажных перекрытий необходимо устройство звукоизоляционных прокладок под лагами или основанием пола, в местах сопряжения пола со смежными конструкциями. Недостаточная звукоизоляция может возникать из-за малой абсолютной плотности перекрытия и в местах пересечения их трубопроводами.

Для обеспечения нормальной эксплуатации здания прогибы балок междуэтажных деревянных перекрытий не должны превышать U_{250} , балок чердачных перекрытий — U_{200} от длины пролета.

В случае обнаружения провисания потолков или сильной зыбкости перекрытий необходимо произвести их вскрытие и ревизию конструкций перекрытия: состояние наката и смазки; достаточность слоя засыпки, особенно в надподвальных и чердачных перекрытиях; состояние подшивки и надежность крепления ее к балкам в облегченном перекрытии. Обследование деревянных чердачных перекрытий со снятием засыпки и смазки на ближайших к наружным стенам участках шириной до 1 м и с тщательным осмотром и проверкой состояния деревянных частей перекрытия должно производиться не реже одного раза в пять лет.

К недостаткам, возникающим в железобетонных перекрытиях в процессе эксплуатации, относятся: прогибы, промерзание у наружных стен, отслоение штукатурки, трещины в местах сопряжения перекрытий со стенами, трещины в рустах сборных перекрытий.

Если прогибы конструкции перекрытия превышают предельно допустимые, то такая конструкция находится в ограниченно работоспособном состоянии и не отвечает требованиям нормальной эксплуатации и необходимо ее усиление или замена.

При наличии в плитах перекрытий трещин следует определить причину их возникновения, оценить состояние бетона и арматуры плит. При обнаружении в перекрытиях трещин с шириной раскрытия более 1 мм необходимо вскрыть защитный слой, определить состояние арматуры и бетона, а по результатам провести необходимые восстановительные работы.

При осмотре перекрытий необходимо обращать внимание на нагрузки, провисание и зыбкость перекрытий, трещины в местах примыкания к смежным конструкциям и в штукатурке или затирке потолков, отсыревание потолков, недостаточность звукоизоляции.

При обнаружении намокания или промасливания междуэтажных перекрытий из-за нарушений нормальной работы трубопроводов необходимо выявить и устранить их причины, разрушившийся слой бетона или штукатурки удалить и нанести новый.

При переохлаждении участка стены в местах опирания на нее железобетонных настилов междуэтажных перекрытий, о чем свидетельствует наличие сырых пятен или инея, рекомендуется устраивать карниз у потолков чердачных и междуэтажных перекрытий или производить вскрытие пола и утепление концов настила.

При обнаружении провисающей штукатурки или глубоких трещин в ней необходимо проверить состояние штукатурки простукиванием. При выпучивании и отслаивании от железобетонных плит штукатурку следует отбить и заменить новой, выполненной из сложного раствора, с предварительной насечкой на поверхности плит.

Повышенная влажность плит в помещениях над душевыми может свидетельствовать о нарушении герметичности перекрытия, поэтому их необходимо вскрыть и восстановить герметичность.

При эксплуатации нельзя превышать величину предельной нагрузки на перекрытие, установленной проектом. Работы по прокладке или ремонту

инженерных коммуникаций, связанные с нарушением целостности несущих конструкций перекрытий, должны быть согласованы с проектной организацией.

Усиление перекрытий, устранение прогибов, смещения несущих конструкций стен или прогонов в кирпичных сводах, трещин и других деформаций, снижающих несущую способность перекрытий, должны выполняться по проекту. Переохлаждаемые перекрытия должны быть утеплены следующим образом:

- чердачные перекрытия: довести слой теплоизоляции до расчетного; на чердаке вдоль наружных стен на полосе шириной 0,7—1 м должен быть дополнительный слой утеплителя или скос из теплоизоляционного материала под углом 45°;

- междуэтажные перекрытия: усилить теплоизоляцию в местах их примыкания к наружным стенам, теплоизоляцию по торцам панелей и прогонов; оштукатурить внутренние поверхности кирпичных стен; уплотнить стыковые соединения панельных стен и сделать скосы из утепляющего материала шириной 25—30 мм;

- перекрытия над проездами и подпольями: утеплить в зонах расположения входных дверей в подъезд и вентиляционных продухов цокольных стен, увеличить толщину теплоизоляции на 15—20% по проекту.

Чердачные перекрытия с теплоизоляционным слоем шлака, керамзитового гравия и другим должны иметь деревянные ходовые мостики, а по утепляющему слою — известково-песчаную стяжку (корку).

Перекрытия над встроенными котельными, прачечными, углехранилищами, магазинами и производственными помещениями должны быть герметичными. Не допускается появление повышенной влажности, загазованности и специфических запахов в помещениях, расположенных над перечисленными помещениями.

Неплотности вокруг трубопроводов отопления и горячего водоснабжения, проходящих через перекрытия, должны быть заделаны асбестовым шнуром или волокном с предварительной установкой гильзы.

Минимальный срок продолжительности эффективной эксплуатации перекрытий здания варьируется от 20 до 30 лет.

Техническая эксплуатация элементов несущего каркаса.

Фасады по архитектурно-эстетическим решениям, как правило, соответствуют технологическому назначению зданий. Архитектурно-конструктивные детали на фасадах должны иметь надёжное крепление, обеспечивающее их длительную статическую и динамическую устойчивость к воздействию атмосферно-климатических и технологических факторов.

Важное функциональное значение имеют *цоколи* зданий. Постоянное воздействие на эту часть здания увлажнения в сочетании со случайными механическими повреждениями требует применения для цоколей наиболее прочных и морозоустойчивых материалов. Для защиты от увлажнения верхнюю часть цоколя выполняют из влагостойкого материала, иногда её покрывают металлическим сливом.

Балконы на фасадах зданий не только выполняют функциональное назначение, но и являются элементом украшения здания.

Поэтому содержание балконов в исправном состоянии, поддержание их элементов:

Экранов, решёток, цветочных ящиков в опрятном виде – одна из важных задач эксплуатации. Иногда из-за нарушения нормальной работы конструкций балконов происходит переувлажнение стен. По конструктивному решению балконы бывают: с несущей консольной плитой или плитой, уложенной на консольных балках. Наиболее ответственной частью балконов является место заделки плит или консольных балок в стену здания. Образующиеся при эксплуатации из-за температурных деформаций трещины могут способствовать прониканию через места примыкания влаги. При длительном воздействии

знакопеременных температур это приводит к ускоренному износу стен, а иногда – к аварийному состоянию балконов. В связи с этим большое значение приобретает состояние гидроизоляции балконных плит, от которого зависит безотказность плиты и надёжность узлов примыкания балконов к стенам.

От непосредственного воздействия влаги, Образующейся при таянии снега на кровле, а также в период обильных дождей плоскости стен предохраняют *карнизы*. В сборных домах карнизы часто выполняют из железобетонных плит. От исправного состояния карнизов, поясков, пилястр и других выступающих частей фасадов в значительной степени зависит безотказность ограждающих конструкций всего здания.

Парапетные ограждения устраивают на крышах зданий для обеспечения безопасных условий труда рабочих при ремонтных работах и очистке кровель. Парапеты выполняют в виде ограждений из металлических решёток, бетонных элементов между кирпичными столбами или в виде сплошных кирпичных стенок. Наиболее ответственными элементами парапетных ограждений являются узлы их крепления к несущим элементам зданий (стенам, стропильным балкам, перекрытиям). Примыкание кровельных покрытий к элементам парапетных ограждений должны быть герметичными, удобными для осмотров и последующих ремонтов.

Задачей технической эксплуатации является обеспечение надёжности парапетных ограждений. При осенних и весенних осмотрах необходимо обращать внимание на техническое состояние узлов примыкания, отсутствие протечек в этих местах со стороны чердачных помещений, отсутствие следов коррозии элементов ограждения.

При очередных планово-предупредительных ремонтах кровель заменяют уплотняющие прокладки в местах крепления стоек к конструкциям крыш, стен, перекрытий, а также негодные элементы парапетов.

Часть помещения, которая ограждена наружными стенами, выступающими за внешнюю плоскость фасада, называют *эркером* (рис. 87). Наиболее

ответственным узлом, как и в балконах, является верхняя часть эркера, которую выполняют в виде балкона или как совмещённую крышу. Конструкция примыкания элементов эркера к стене предопределяет эксплуатационные свойства этих узлов. В процессе планово-предупредительного ремонта и в ходе осмотров устраняют неисправности всех элементов и примыкания эркера к стене.

Лоджии, в отличие от эркеров, имеют капитальные несущие боковые стены, связанные с наружными стенами здания. В процессе эксплуатации этих частей здания следует постоянно следить за состоянием примыканий элементов лоджий к стене и гидроизоляции покрытий.

При техническом обслуживании и ремонте фасадов зданий особое внимание обращают на обеспечение надёжности крепления свесов и водосточных труб. Во избежание закупорки водоотводящих устройств льдом рекомендуется на зимний период перекрывать воронки водосточных труб металлическими листами, омет располагать на высоте 20...25 см от уровня тротуара. Если установить омет ниже 20 см, быстро образуется ледяная пробка. При установке отмета выше 25 см происходит переувлажнение цоколя брызгами стекающей воды.

Состояние элемента фасада контролируют весной и осенью путём осмотра, а также перед назначением здания на очередной плановый или выборочный ремонт. При осмотре балконов, лоджий, эркеров помимо плотности примыкания их частей к зданию следует проверять состояние несущих конструкций: консольных плит и балок, кронштейнов и подкосов. Трещины в плитах, балках, кронштейнах надо очистить от грязи, определить их глубину и проверить состояние арматуры или закладных деталей и металлических балок. При наличии подтёков и ржавых пятен необходимо проверить простукиванием плотность защитного слоя, а также путём вскрытий – состояние гидроизоляции. Иногда состояние скрытых конструкций и материала железобетонных элементов проверяют путём отбора проб в лабораторных условиях. При

необходимости производят проверенные расчёты, а также испытание балконов пробной нагрузкой. Балконы, состояние которых в процессе обследования признано неудовлетворительным, назначаются на ремонт; пользоваться такими балконами запрещается.

При осмотре карнизов проверяют прочность креплений их деталей. В кирпичных карнизах контролируют прочность раствора кладки, в оштукатуренных – состояние и прочность сцепления штукатурки с основанием.

Наиболее надёжная защита стен от преждевременного износа – устройство конструктивных покрытий выступающих частей и поддержание их в исправном состоянии в процессе эксплуатации.

Особое внимание при осмотрах обращают на состояние элементов, наиболее подверженных воздействию влаги и атмосферных осадков: поясков, сандриков, различных архитектурных деталей, выступающих из плоскости фасада, а также проверяют прочность их крепления к стенам. Части карнизов и других элементов, которые в результате осмотра признаны опасными для эксплуатации, ремонтируют. Зоны возможного обрушения обносят ограждением и закрывают проход для пешеходов. При осмотре стен фасадов непрочные детали, а также имеющие признаки отслоения снимают. Снимают также штукатурные слои с нарушенным сцеплением, что устанавливается лёгким простукиванием. Особо тщательно проверяют состояние фасадов весной. В этот период некоторые детали с нарушенным сцеплением со стенами или потерявшие прочность в узлах крепления могут до момента оттаивания удерживаться на плоскости фасада за счёт замёрзшей воды в трещинах. Осмотр таких участков рекомендуется выполнять с помощью бинокля. При обнаружении признаков недостаточной прочности крепления деталей участки под ними следует огораживать и держать закрытыми для прохода людей на весь период до полного оттаивания стен фасадов и их деталей.

2.1.6. Особенности эксплуатации несущих металлоконструкций, антикоррозионная защита.

Защита строительных конструкций от коррозии предусматривается еще на начальном этапе проектирования. Все затраты, направленные на защиту, включаются в стоимость изделия. Определение в строительных нормах и правилах (СП) называет такие методы защиты конструктивными. Это же определение гласит, что основной задачей методов защиты металлоконструкций является выбор материалов, способных ограничить доступ агрессивной среды к металлическим поверхностям, и способов их нанесения.

Кроме выбора специального покрытия для металлов, СП рекомендует и методы оптимального режима использования конструкций из металла:

- устранение на поверхностях конструкций любых щелей или углублений, в которых может накапливаться влага или образовываться своеобразная аномальная температурная зона, способная привести к порче антикоррозионного покрытия;
- защиту конструкций от брызг и водяных капель;
- введение в агрессивную среду специальных ингибиторов.

Пассивная антикоррозионная защита металлоконструкций.

Менее эффективной на данный момент видится пассивная защита строительных конструкций от коррозии. Заключается она в нанесении на поверхность любого лакокрасочного покрытия. Такая защита стальных конструкций не может быть эффективной на протяжении большого промежутка времени по нескольким причинам:

- металлы отличаются очень хорошей теплопроводностью, следовательно, лакокрасочное покрытие будет многократно подвергаться перепадам температур и быстро (в течение 5 лет) придет в негодность;
- перед нанесением лакокрасочного покрытия, защищаемую поверхность необходимо подвергать специальной очистке от

оксидной пленки, после этого поверхность грунтуется, и лишь потом наносится основной слой защиты. Для объемных стальных конструкций такая технология нанесения защиты является слишком трудоемким процессом.

В настоящий момент отмеченные недостатки частично устранены: появились новые химические составы для обработки, которые самостоятельно справляются как с оксидной пленкой, так и со ржавчиной. Как правило, такие средства поступают к изготовителю конструкций в отдельном варианте и смешиваются непосредственно перед нанесением. Производители этих средств обещают защитить каждую стальную конструкцию при любых погодных условиях на протяжении десятилетий.

Покрытия с ингибиторами.

Особую надежность металлическим конструкциям обеспечивают ЛКМ, содержащие фосфорную кислоту или соли хромовой кислоты. Названные элементы способны противостоять появлению «жучка» - коррозии, которая может происходить под защитным слоем.

Эффект будет, конечно, в любом случае, но неподготовленная поверхность находится под защитой на протяжении всего лишь около 10 лет. В тех случаях, когда подготовка (зачистка) невозможна по причине конструктивных особенностей или экономически нецелесообразна, поверхность обрабатывается преобразователями ржавчины. Такой химический состав выдерживается на поверхности определенное время (указанное производителем состава), удаляется сухой ветошью и только после этого наносится защитный слой.

Активная защита металла.

Активные методы защиты металлоконструкций от коррозии подразумевают специальную обработку поверхности с целью придания ей особых химических свойств. Различают несколько видов покрытия поверхности с помощью все того же цинка:

- Горячее цинкование. При такой обработке металлоконструкций принято тщательно готовить поверхность: зачищать от оксидов, обрабатывать пескоструем. Готовое изделие опускается в ванну с расплавленным цинком. Заготовку вращают и в период затвердевания тонкого слоя цинка. Получается идеально ровная поверхность с непревзойденной степенью антикоррозионной защиты.

- Гальваническое цинкование. Обработку металлоконструкций гальваническим способом можно отнести к самым длительным во временном отношении процессам. Вначале стальная конструкция помещается в ванну с электролитом. На заготовку закрепляется электрический кабель, второй кабель закрепляется на цинковую заготовку. Оба подключаются к источнику постоянного тока. За счет диффузии в металлах ионы цинка покидают поверхность цинковой заготовки и оседают на нашей. В этом случае получается очень тонкий слой цинка, который имеет с поверхностью металла связь на молекулярном уровне. Обработка металлоконструкций гальваническим способом позволяет уверенно говорить, что изделие не будет подвергаться коррозии практически неограниченное время

- Термодиффузионное цинкование - надежная защита конструкций. И это самый сложный процесс с точки зрения физики. Стальная конструкция прогревается в печи при температуре от 290°C до 450°C, где на нее под давлением подается цинковая пыль. Молекулы цинка расплавляются и проникают даже в толщу металла. Получается не просто защитная пленка из другого металла, а своеобразный сплав, способный неограниченное время выполнять роль защиты от коррозии металлических конструкций. Такая антикоррозионная обработка считается самой эффективной. Металлоконструкции, обработанные данным способом, спокойно выдерживают самые агрессивные среды: огонь, морскую воду. Единственный недостаток процесса заключается в том, что для его осуществления необходимо специальное оборудование.

Как используется метод «протектора»?

Пассивная защита согласно СП может выполнять роль протектора. Для создания такого эффекта в состав ЛКМ вводится большое количество металлической пыли из химических элементов, способных самостоятельно противостоять коррозии. Для этих целей идеально подходит цинковая пыль.

Применяется она значительно чаще других химических составов, поэтому такая защита металлических конструкций получила название «холодное цинкование». Обычно для этого состава не используются лаки или краски. Изготавливают их на основе эпоксидных смол или термопластичных полимеров. Состав покрытия не требует смешивания.

Обработка металлоконструкций с помощью такого химического состава может вестись при неблагоприятных погодных условиях: высокая или низкая температура, повышенная влажность не могут стать помехой. И получается при такой обработке металлоконструкций двойная защита: буфер, создаваемый смолами, и протектор из стойкого слоя металла. Стоит ли удивляться, что гарантированная защита стальных элементов будет актуальна на протяжении нескольких десятилетий (около 50 лет). Важный момент: холодное цинкование намного дешевле известного горячего способа и гораздо удобнее.

Любой из выбранных методов защиты металлоконструкций целесообразен только при правильном использовании и рациональности вложения финансовых средств. Просчитывать это должны специалисты, поэтому для выполнения работ лучше обратиться в профессиональную компанию.

Правильно защищенная металлоконструкция прослужит намного дольше и не будет требовать ремонта или косметического ухода. Сразу же можно отнять расходы на покупку лакокрасочных материалов и прочее.

2.1.7. Особенности эксплуатации деревянных несущих конструкций, обеспечение вентиляционного режима.

Наряду со строительством новых жилых, общественных, производственных зданий и сооружений одной из важнейших государственных задач является задача сохранения существующих, среди которых значительная часть содержит деревянные несущие и ограждающие конструкции. Правильная эксплуатация зданий и сооружений обеспечивает их исправное состояние, т.е. сохранность и безотказную работу деревянных и других конструкций в пределах не менее нормативного срока службы, а во многих случаях позволяет значительно увеличить срок их службы.

В практике эксплуатации деревянных конструкций и элементов встречаются следующие виды их дефектного состояния:

- превышение в деревянных конструкциях и элементах установленных строительными нормами значений напряжений и деформаций вследствие изменения схемы их работы или из-за повышения требований норм;
- механические повреждения деревянных конструкций и элементов;
- повреждение деревянных конструкций и элементов вследствие использования для их изготовления материалов ненадлежащего качества;
- повреждения деревянных конструкций и элементов дереворазрушающими грибами;
- повреждение деревянных конструкций и элементов насекомыми;
- повреждение морскими древоточцами;
- повреждения при воздействии огня и повышенной температуры;
- повреждение от воздействия агрессивных сред;
- повреждение вследствие неправильного учета температурно-влажностных условий эксплуатации.

Диагностирование дефектов деревянных конструкций.

Наблюдение за условиями эксплуатации и состоянием деревянных конструкций складывается из элементов:

- надзор за нагрузками на деревянные конструкции,

- надзор за температурно-влажностным режимом эксплуатации деревянных конструкций,
- надзор за состоянием деревянных конструкций, работающих в условиях воздействия агрессивных сред,
- надзор за пожарной безопасностью деревянных конструкций.

Осмотры деревянных конструкций бывают:

1. **Плановые текущие.** Нормативные документы обязывают один раз в 10 дней осуществлять осмотр основных конструкций производственных зданий с тяжелым крановым оборудованием или зданий и сооружений, эксплуатирующихся в сильной агрессивной среде.

Текущий осмотр деревянных конструкций осуществляется техником-смотрителем жилого и общественного здания или инженерно-техническим работником из персонала производственного подразделения (цеха, мастерской, отдела), эксплуатирующего здание, назначенным приказом начальника этого подразделения;

2. **Плановые периодические** общие технические осмотры зданий и сооружений представляют собой обследование всего здания или сооружения (включая инженерное оборудование и т.д.) уполномоченной на то комиссией. Как правило, общие технические осмотры выполняют 2 раза в год - весной и осенью;
3. **Плановые частичные** осмотры включают в себя обследование отдельных зданий и сооружений комплекса, содержащих деревянные конструкции. Осуществляют за период, не превышающий 10 дней со дня обнаружения дефекта;
4. **Внеочередные** осмотры деревянных конструкций зданий и сооружений производят после стихийных бедствий (ливней, снегопадов, землетрясений) и пожаров не позднее одного-двух дней после стихийного бедствия или пожара. Комиссия для внеочередного осмотра жилых зданий имеет такой же состав, что и общая комиссия.

Надежная длительная работа деревянных конструкций в значительной мере зависит от правильной их эксплуатации.

При эксплуатации деревянных конструкций необходимо следить за тем, чтобы соблюдались принятые проектом нормальные условия эксплуатации. К ним относятся действующие на конструкцию нагрузки и температурно-влажностные условия окружающей среды. Необходимо учитывать, что соблюдение нормальных условий эксплуатации не устраняет неизбежных изменений состояния деревянных конструкций, за развитием которых нужно следить и своевременно принимать надлежащие меры.

Так, например, с течением времени происходит зависящая от влажности усушка лесоматериала; при этом развиваются трещины, которые могут появиться в опасных для цельности конструкций местах. Другим последствием усушки является ослабление затяжки болтов, которые необходимо подтягивать в течение первых лет эксплуатации конструкций. Вредным результатом усушки является коробление элементов, в особенности широких досок. жесткость бревенчатый стена ремонт.

С другой стороны, замедленное высыхание влажного лесоматериала создает опасность загнивания конструкций. Эта опасность возрастает при увеличении влажности в помещении сверх нормальной. Непосредственную угрозу загнивания конструкций создают протекание кровли, неисправности водоотвода, недостаточность термо и пароизоляции в ограждающих частях конструкций и пр.

Перечисленные недостатки требуют принятия мер по их устранению. Одновременно следует просушить наиболее опасные на загнивание места конструкций, а также усилить вентиляцию для просушки всего помещения в целом.

Просушка легче всего может быть произведена в летнее время путем открывания оконных и дверных проемов, слуховых окон на чердаках, продухов подполья 1 этажа.

Существенные расстройства вплоть до обрушения может причинить перегрузка конструкций. Перегрузка часто создается снеговыми отложениями, превышающими расчетные нагрузки. Поэтому необходимо вести наблюдение за снеговой нагрузкой, в особенности за местами скопления снега, так называемыми снеговыми мешками. Следует своевременно очищать крышу от снега, не причиняя повреждений кровле. Необходимо наблюдать за выполнением требуемых по проекту огнезащитных мероприятий.

2.1.8. Требования к эксплуатации выступающих частей фасада: балконы, лоджии, эркеры, козырьки.

Балконы, эркеры, лоджии существенно повышают комфортность квартир за счет связи с внешней средой и одновременно они обогащают пластику фасадов (рис. 2.4).

Рациональность их применения зависит от климатических особенностей района строительства.

Открытые летние помещения в умеренной климатической зоне целесообразно размещать при общей комнате и кухне, а в южных районах и при спальне.

Глубина летних помещений должна быть не менее 90 см для средних климатических районов и не менее 120-180 см для южных, так как там часто размещают летом спальные места и места для приема пищи.

В жарком климате балконы и лоджии, затеняющие помещения от избыточной инсоляции, незаменимы.

Эркеры, дающие увеличение освещенности и инсоляции внутреннего объема помещения, хорошо применять в северных районах.

Конструктивные особенности балконов, лоджий, эркеров многовариантны и зависят от строительной и конструктивной систем здания.

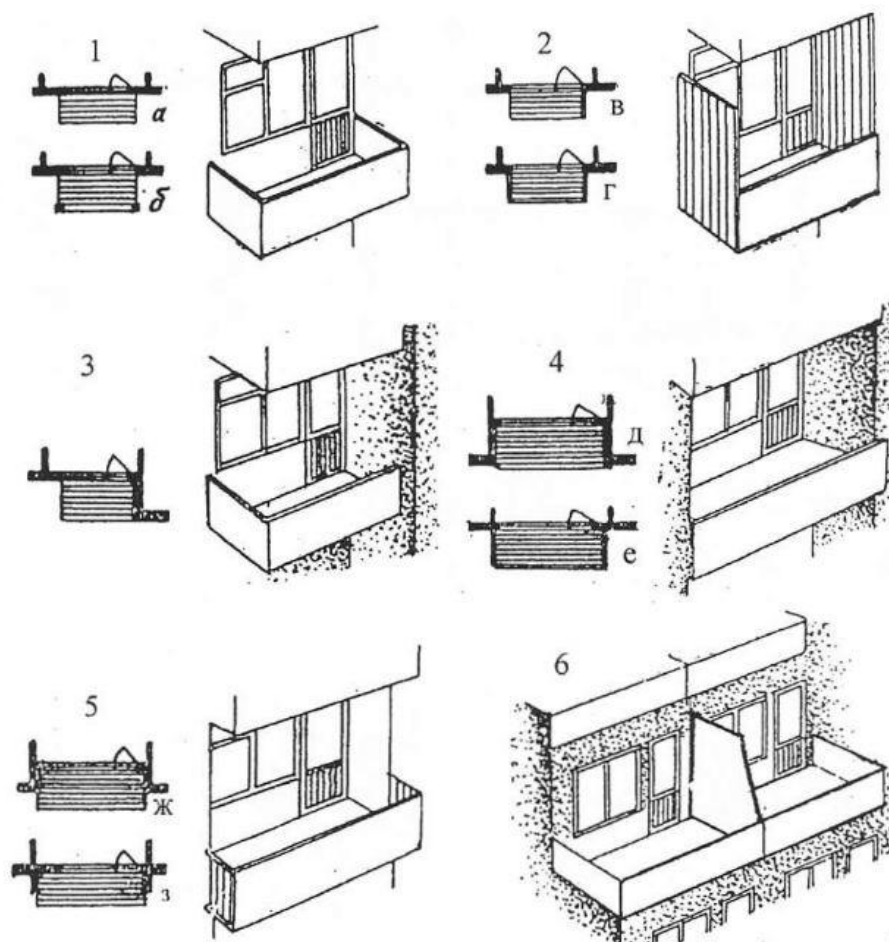


Рис. 2.4. Типы летних помещений: 1-открытый балкон (а- консольный, б – на столбах); 2 – балкон с ветрозащитными экранами с одной (в) или двух (г) сторон; 3 – угловой балкон; 4 – лоджия (д – заглубленная, е – выступающая); 5 – лоджия – балкон (ж – полузаглубленная, з- примыкающая к фасадной плоскости); 6 – терраса

Балконы — открытые консольные площадки с выносом 90-120 см от плоскости стены, имеющие по трем сторонам ограждения высотой до 1,0 м. Форма балконов может быть разнообразна — прямоугольная, трапециевидная, треугольная, криволинейная, пилообразная и др.

Балконы выполняют в квартире две основные функции: служат для отдыха и как место выполнения различных хозяйственных дел (разведения цветов, сушки белья, проветривания вещей, хранения продуктов...)

По своей статической схеме балконные плиты могут работать (рис. 2.5): как консольная плита, передающая изгибающий момент и вертикальную опорную реакцию на конструкцию стены и перекрытие здания;

как балочная плита, имеющая варианты решения опирания сторон: - на консольные балки, подвеску к внутренним поперечным стенам здания или опирания на выносные стойки.

Сопряжение балконной плиты с наружной стеной и перекрытием должно удовлетворять не только требованиям прочности, но и обеспечивать теплоизоляцию. Поэтому при выполнении балконных плит из тяжелого бетона в стык между балконной плитой и плитой перекрытия укладывают теплоизоляцию. Балконная плита может быть выносной консольной частью панели перекрытия, отформованной из легкого бетона.

Балконная плита имеет гладкую нижнюю плоскость или выступающие по контуру ребра, но во всех случаях по низу наружных граней плиты, должен быть устроен - слезник, не допускающий намокания наружной поверхности стены здания. Верхняя плоскость балконной плиты выполняется с уклоном от фасадной плоскости стены в 1-2%.

Гидроизоляционный ковер укладывают по верху плиты с заделкой его верх по стене здания. По слою гидроизоляции устраивают по цементной или асфальтовой стяжке пол из керамических плиток, расположенный на 50-70 мм ниже пола помещения, к которому примыкает балкон и на 100-120 мм ниже уровня дверного порога.

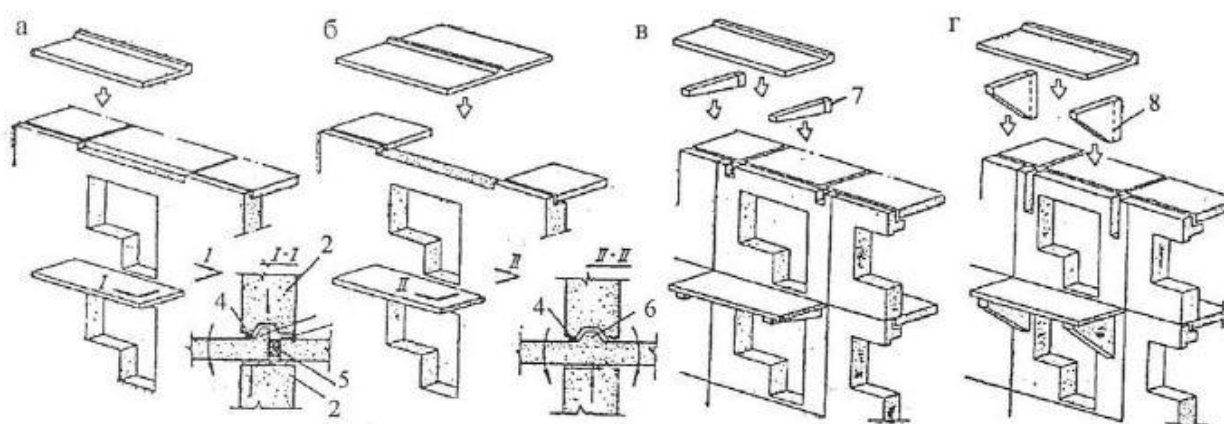


Рис. 2.5. Схема передачи изгибающего момента и вертикальных усилий от балконной плиты на конструкцию: а – наружной несущей стены; б – легобетонной панели перекрытия (и наружной

стены); в – консолей; г – кронштейнов; 1 – балконная плита; 2 – наружная стена; 3 – перекрытие; 4 – герметик; 5 – утеплитель; 6 – противодождевой гребень; 7 – консоль; 8 – кронштейн

Лоджии (рис. 2.6) могут быть встроенными в объем здания или выступать за фасадную плоскость - выносные, но в обоих случаях они имеют глухое боковое ограждение. При встроенных в объем здания лоджий требуется устройство примыкающих утепленных боковых (торцовых) стен.

В перекрытиях лоджий, заведенных на наружную стену, с целью исключения мостиков холода, устанавливают теплоизоляционные прокладки.

Конструкция выносных лоджий осуществляется с помощью дополнительных, перпендикулярных фасаду несущих или навесных боковых стен, выступающих консолей колонн каркаса или заземленных в поперечных внутренних стенах консольных балок.

Несущие боковые стены лоджий применяют только для зданий средней этажности. При этом для обеспечения совместной осадки лоджий и стен здания боковые щёки-стены лоджий опирают на участки фундаментов поперечных внутренних стен, вынесенных за плоскость фасада.

Ограждения балконов и лоджий выполняют из металлических решеток, укрепленных в бетонной плите перекрытия лоджии (балкона). Ограждение может быть глухим с обшивкой решетки декоративными листами стеклопластика, гофрированного металла и др., а также с устройством кирпичной стенки толщиной в четверть кирпича.

Разработаны конструкции раздвижного остекления лоджий, что в наибольшей степени отвечает требованиям комфортности в средней и северной климатических зонах России. При остеклении балконов или лоджий возникает существенный недостаток, выражающийся в уменьшении светового потока в среднем на 15-20%, так как широкие вертикальные и горизонтальные импосты рам ограждения препятствуют прохождению светового потока.

Безрамная конструкция остекления устраняет этот недостаток, Она представляет собой каркас, собранный из четырех алюминиевых профилей, который с точностью до 2 мм повторяет размеры проема балкона или лоджии.

Верхний горизонтальный алюминиевый профиль - несущий, с полками, по которым катается пара сдвоенных роликовых опор, несущих полотна закаленного стекла. Нижний профиль является направляющим. Вертикальные профили с щеточными уплотнителями обеспечивают плотное примыкание стекол к стенам лоджии (балкона). Все элементы каркаса крепятся к стенам, потолку и ограждению лоджии или балкона. Готовое остекление представляет собой сплошную стену из закаленного стекла толщиной 6 мм без рам и вертикальных стоек. Для проветривания предусмотрен механизм фиксирования открытых створок.

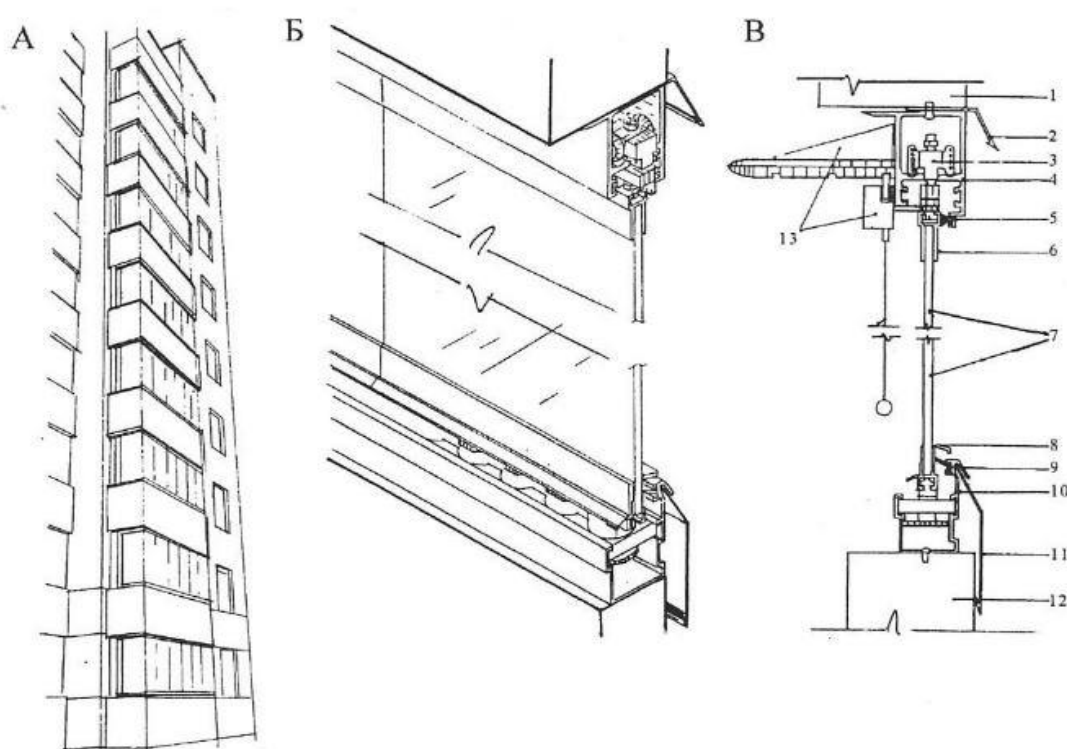


Рис. 2.6. Безрамное остекление лоджий (балконов): А – общий вид; Б – разрез по стеклянному ограждению; В – верхний и нижний узлы крепления стекла; 1 – верхнее перекрытие; 2 – верхний отлив; 3 – система двухрядных роликов на шарикоподшипниках; 4 – верхний алюминиевый (несущий) профиль; 5 – верхний щеточный уплотнитель; 6 – верхний стекольный профиль; 7 – закаленное стекло; 8 – нижний стекольный профиль; 9 – нижний силиконовый уплотнитель; 10 – нижний алюминиевый (направляющий) профиль; 11 – нижний отлив; 12 – ограждение лоджии (балконов); 13 – трехпозиционный вентиляционный фиксатор с защелкой.

Эркер - вынесенный за фасадную плоскость объем внутреннего пространства здания обеспечивает увеличение инсоляции полезной площади комнаты и эстетически обогащает интерьер. В плане эркеры могут иметь

различную конфигурацию - прямоугольную, треугольную, трапециевидную, полукруглую и др.

Эркер является активным средством композиции здания, подчеркивает членение и пластику фасадной плоскости. Он может быть отдельным композиционным акцентом, может ритмично повторяться по вертикальной плоскости здания, или же чередуясь с плоскими участками стены и западающими лоджиями, создавать активную светотеневую пластику фасада.

Стены эркеров могут быть как несущими, так и ненесущими, могут выполняться в виде объемного элемента, навешиваемого на конструкции здания.

При несущих стенах эркеры устанавливаются на фундаментные конструкции. При навесной системе - эркерный объем может не доходить до фундаментов, прерываться в любом месте по вертикали.

Ненесущие облегченные наружные стены эркера опирают на различного типа консоли внутренних несущих конструкций - консоли колонн каркаса, балки, защемленные во внутренних стенах, консоли плит перекрытий.

В навесных эркерах необходимо соблюдать условия теплозащиты нижнего и верхнего его перекрытий, являющиеся наружными ограждающимися конструкциями.

Разработан индустриальный объемный эркерный элемент, предназначенный для применения как при новом строительстве, так и при капитальном ремонте и реконструкции жилых домов.

Объемный эркер состоит из наружной железобетонной трехслойной стены и одного верхнего несущего перекрытия, изготавливается по стендовой технологии и поставляется на стройку с максимальной степенью заводской готовностью.

При строительстве зданий на крутых уклонах или уступающей в глубь фасадной плоскостью устраивают открытые террасы, располагающиеся над эксплуатируемыми объемами. Полы таких террас служат эксплуатируемыми

крышами перекрываемых объемов, что требует внимательного отношения к вопросам гидроизоляции.

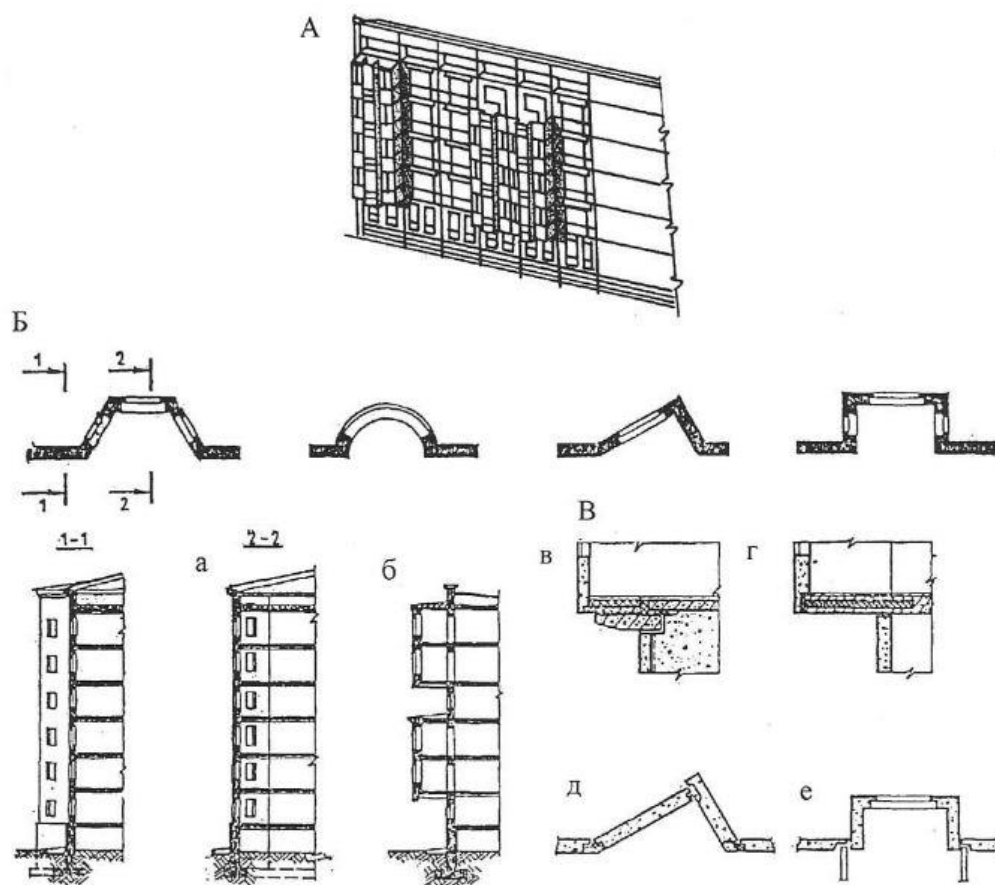


Рис. 2.7. Эркеры: А – элемент фасадной плоскости с эркерами; Б – формы эркеров; В – схемы конструктивных решений; а – несущего эркера; б – навесного; в – опирания эркера на консольные балки; г – на консоль панели перекрытия с утепляющей прослойкой; д – эркер из стеновых панелей; е – то же, из объемного элемента

Работники организаций по обслуживанию жилищного фонда обязаны систематически проверять правильность использования балконов, эркеров и лоджий, не допускать размещения в них громоздких и тяжелых вещей, их захламления и загрязнения. Необходимо регулярно разъяснять нанимателям, арендаторам и собственникам жилых помещений и ответственным за коммунальную квартиру правила содержания балконов, эркеров и лоджий.

При обнаружении признаков повреждения несущих конструкций балконов, лоджий, козырьков и эркеров работники организаций по обслуживанию жилищного фонда должны принять срочные меры по

обеспечению безопасности людей и предупреждению дальнейшего развития деформаций.

С целью предотвращения разрушения краев балконной (лоджии) плиты или трещин между балконной (лоджии) плитой и стенами из-за попадания атмосферной влаги металлический слив должен устанавливаться в паз коробки, ширина его должна быть не менее 1,5 толщины плиты и он должен быть заведен под гидроизоляционный слой.

Уклон балконной (лоджии) плиты должен быть не менее 3% от стен здания с организацией отвода воды металлическим фартуком или за железненной плитой с капельником с выносом не менее 3 - 5 см, в торце слив должен быть заделан в тело панели.

В случае аварийного состояния балконов, лоджий и эркеров необходимо закрыть и опломбировать входы на них, провести охранные работы и принять меры по их восстановлению. Работы по ремонту должны выполняться по проекту.

Отсутствие или неправильное выполнение сопряжений сливов и гидроизоляционного слоя с конструкциями, потеки на верхней поверхности балконных плит, ослабление крепления и повреждение ограждений балкона и лоджий должны устраняться по мере выявления, не допуская их дальнейшего развития.

Разрушение консольных балок и плит, скалывание опорных площадок под консолями, отслоения, разрушения и обратный уклон (к зданию) пола балконов и лоджий следует устранять при капитальном ремонте по проекту.

В обетонированных (оштукатуренных) стальных балках необходимо проверять прочность сцепления бетона (раствора) с металлом. Отслоившийся бетон или раствор следует удалить. Защитный слой должен быть восстановлен.

Металлические ограждения, сливы из черной стали, цветочные ящики должны периодически окрашиваться атмосфероустойчивыми красками. Цвет краски должен соответствовать указанному в колерном паспорте фасада.

Расположение, форма и крепление цветочных ящиков должны соответствовать принятому проекту и архитектурному решению здания.

Цветочные ящики следует устанавливать на поддонах, с зазором от стены не менее 50 мм; если проектом не предусмотрены специальные наружные крепления, ящики следует устанавливать с внутренней стороны ограждений балконов (лоджий).

Для предотвращения протечек и промерзаний в местах сопряжения стен и заполнений оконных (балконных) проемов по периметру оконных (балконных) коробок должна быть герметизация и утепление (войлок, пакля, поролон и др.) с обжатием на 30 - 50%.

С целью экономии топлива и улучшения температурно-влажностного режима помещений оконные (балконные) проемы должны оборудоваться уплотняющими прокладками, лучше из пенополиуретана (поролона), которые подлежат замене не реже 1 раза в 5 лет.

Для предотвращения попадания атмосферной влаги через окна в нижнем бруске коробки должно быть 2 паза для отвода воды шириной 10 мм на расстоянии 50 - 100 мм от края. Прорези должны быть очищены и иметь уклон наружу. Окраска окон производится 1 раз в 5 лет.

Стекла ставятся на двойном слое замазки и крепятся штапиками.

Крепление оконных и дверных коробок осуществляется ершами и шурупами в антисептированные деревянные пробки.

Утепление балконных филенок производится установкой антисептированного оргалита или минерального войлока или др. эффективного материала между наружным и внутренним полотнами.

Не допускается:

В стенах крупнопанельных и крупноблочных зданий расширять и пробивать проемы, а также крепить к панелям наружных стен трамвайные, троллейбусные и другие оттяжки.

Использование балконов, эркеров и лоджий не по назначению, размещение на них громоздких и тяжелых вещей, их захламление и загрязнение.

Самовольная установка козырьков, эркеров, балконов, лоджий и застройка межбалконного пространства.

ТЕМА 2.2. Ремонт и усиление несущих конструкций зданий.

2.2.1 Конструктивные мероприятия по проведению поверочных расчётов.

Поверочный расчет – расчет существующей конструкции по действующим нормам проектирования с введением в расчет полученных в результате обследования или по проектной и исполнительной документации геометрических параметров конструкции, фактической прочности строительных материалов, действующих нагрузок, уточненной расчетной схемы с учетом имеющихся дефектов и повреждений.

Поверочный расчет выполняется методами математических вычислений с использованием формул строительной механики и сопротивления материалов. В результате поверочного расчёта определяется прочность, устойчивость и жесткость существующих строительных конструкций с учётом актуальных сводов правил и современных стандартов. Этот вид расчета, всегда проводится в составе технического обследования зданий и сооружений, а значит в расчет вводятся фактические значения нагрузок и других внешних воздействий, а также фактических размеров элементов конструкций и их соединений между собой, прочностные и деформационные характеристики материалов, из которых выполненыверяемые конструкции. Важно отметить, что расчет конструкций на прочность обязательно проводится с учетом выявленных дефектов и повреждений, которые снижают несущую способность, например, ржавчина на стальных конструкциях, трещина в кирпичной стене и т.п. Этим и отличается поверочный расчет от простого расчета на стадии проектирования:

он оценивает надежность и безопасность именно фактического состояния конструкций.

При проведении поверочных расчетов необходимо учитывать:

- геометрические параметры здания (сооружения) и его конструктивных элементов;
- результаты обследования конструктивных элементов здания (сооружения): пролетов, высот, расчетных сечений несущих конструкций;
- расчетную схему опорных элементов и их сопряжение с несущими конструкциями;
- результаты обследования строительных материалов, участвующих в строительстве;
- результаты обследования повреждений, которые оказывают влияние на несущие поверхности, учитываются фактические нагрузки на здание;
- условия эксплуатации здания (сооружения) и характер различных внешних либо внутренних воздействий.

Поверочные расчёты металлических конструкций выполняют с целью определения:

- возможности дальнейшей эксплуатации конструкций без ограничений;
- возможности ограниченной эксплуатации конструкций до плановых ремонтно-восстановительных работ;
- необходимости незамедлительного прекращения эксплуатации конструкций для предотвращения аварии.

Поверочные расчёты железобетонных конструкций выполняют с целью определения:

- возможности эксплуатации железобетонных конструкций с учетом выявленных дефектов и повреждений;
- возможности эксплуатации железобетонных конструкций с учетом планируемых дополнительных нагрузок;
- необходимости незамедлительного прекращения эксплуатации конструкций для предотвращения аварии.

Конструкции, не отвечающие требованиям качества, требуют пристального внимания. Расчет схемы железобетонных конструкций происходит в отношении армирования и сопряжения с другими элементами конструкции. Расчеты несущих способностей каменных, деревянных, стальных конструкций производятся в соответствии с нормативными документами.

Для выполнения поверочных расчетов строительных конструкций, экспертами осуществляется выезд на объект исследования. Выезд осуществляется с целью уточнения технических характеристик исследуемых конструкций и определения категории их технического состояния. В результате проведенного технического обследования, эксперты выполняют сбор всей необходимой информации, которая передается в камеральный отдел. После, в камеральном отделе и выполняется поверочный расчет.

2.2.2. Необходимые данные для проектирования усиления.

Усиление есть совокупность мероприятий, направленных на повышение несущей способности конструкции (в целом или ее отдельных элементов) или снижение напряжений. Усиленная конструкция должна удовлетворять современным требованиям в отношении прочности, жесткости, устойчивости и другим специальным требованиям, т.е. после усиления перейти как минимум в работоспособное состояние.

После проведенного обследования и выявления конструкций, находящихся в ограниченно работоспособном, неработоспособном (недопустимом) или

аварийном техническом состоянии, и перед проектированием усиления как крайней мерой достижения работоспособного состояния необходимо выявить возможные резервы несущей способности конструкций (учет фактической нагруженности, действительной расчетной схемы, уточненных геометрических размеров конструкций и сечений элементов, фактических физико-механических характеристик материалов, пространственной работы каркаса) или возможность снижения действующих на конструкцию постоянных и временных нагрузок (замена ограждающих конструкций и изолирующих слоев на более легкие, замена существующего оборудования на новое с меньшей массой, изменение расположения перегородок и т.п.).

Усиление может быть аварийным, временным, капитальным и перспективным.

Аварийное усиление производится, когда несущая способность конструкции фактически исчерпана и есть опасность обрушения. При аварийном усилении применяются в основном разгружающие (полностью или частично) конструкции с одновременным (если это возможно) снижением нагрузок (постоянных и временных).

Временное усиление применяется для конструкций до начала работ по их капитальному усилению или при выполнении работ по усилению с предварительной разгрузкой конструкции, если непосредственное снижение нагрузок невозможно. При временном усилении также в основном применяются разгружающие конструкции.

Капитальное усиление применяется для решения задач при реконструкции зданий, без изменения условий эксплуатации конструкций.

Перспективное усиление применяется для решения задач при реконструкции зданий, когда предполагается увеличение нагрузок и изменение условий эксплуатации конструкций.

Усиление конструкций может осуществляться по двум схемам:

- возведение новых разгружающих или заменяющих конструкций, которые полностью или частично воспринимают существующие и дополнительные нагрузки;

- увеличение несущей способности существующих конструкций.

В свою очередь, увеличение несущей способности конструкций может осуществляться:

- увеличением поперечного сечения конструкции без изменения расчетной схемы и напряженного состояния;

- изменением расчетной схемы и напряженного состояния;

- применением специальных методов усиления.

Основные принципы проектирования усиления

I. Стремиться к максимальному сохранению существующих зданий, сооружений и конструкций, минимизировать экономические потери при возможном ограничении функционирования реконструируемого здания, что обеспечивает минимальные затраты на реконструкцию здания.

II. Выбор метода усиления строительных конструкций зависит от технического задания на реконструкцию здания или сооружения, которое включает:

- необходимые (возможные) изменения объемно-планировочных решений;

- изменение нагрузок;

- изменение условий эксплуатации.

III. При выборе оптимального способа усиления строительных конструкций необходимо установить:

- действительный характер работы конструкций, т.е. соответствие выбранной расчетной схемы реальным условиям работы узлов опирания и сопряжения и конструкции в целом;

- фактически действующие нагрузки. При этом необходимо использовать фактические данные о собственной массе технологического оборудования и строительных материалов, так как значения этих нагрузок, установленных для

проектирования вновь возводимых сооружений, может существенно отличаться от фактически действующих нагрузок. Необходимо учитывать возможное рациональное размещение технологических нагрузок, принятие обоснованных ограничений на сочетание различных временных нагрузок, возможное снижение динамических воздействий за счет эффективной виброизоляции и т.п.;

- реальные прочностные характеристики материалов конструкции (бетона, стали, кирпича) для использования их в поверочных расчетах.

IV. При усилении следует отдавать предпочтение решениям с четкой расчетной схемой, обеспечивающей совместную работу усиливаемой конструкции с элементами усиления, а также:

- способам, которые не требуют предварительной разгрузки конструкций;
- методам, связанным с изменением статической схемы конструкций, использующим искусственное регулирование усилий;
- использованию предварительного напряжения с временной разгрузкой усиливаемых конструкций;
- использованию высокопрочных сталей, полимер- и фибробетона, напрягающих цементов, углепластиков и других эффективных материалов.

V. Поверочные расчеты усиленных конструкций производятся с учетом имеющихся проектных данных, данных по изготовлению конструкций и их натурных обследований, а также с учетом изменения статической схемы и напряженного состояния согласно требованиям [4, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15]. Расчет усиливаемых конструкций следует выполнять для двух стадий работы:

- до включения в работу элементов усиления - на нагрузки, определенные с учетом возможной разгрузки конструкции, и от элементов усиления (по предельным состояниям первой группы);
- после включения в работу элементов усиления - на полные эксплуатационные нагрузки (по предельным состояниям первой и второй группы).

Для конструкций, находящихся в обычных условиях эксплуатации, усиление которых вызвано дефектами и снижением несущей способности, расчет допускается производить только по первой группе предельных состояний.

Для сильно поврежденных конструкций (при повреждении площади сечений элементов или арматуры более чем на 50%) элементы усиления следует рассчитывать на полную действующую нагрузку, т.е. без учета остаточной несущей способности существующей конструкции.

VI. При применении комплексного усиления (бетон-металл) следует учитывать в расчетах податливость узлов сопряжения, которая при металлических упорах на бетон через слой раствора принимается в пределах 1...5 мм/узел, а при сопряжении металла с помощью болтов - 1 мм/узел.

Работы по проектированию реконструкции здания проводятся после проведения обследования здания, выявления факторов, способствующих переходу конструкций здания в ограниченно работоспособное или неработоспособное состояние, с тем чтобы выполнить имеющиеся в отчете по результатам обследования рекомендации по восстановлению, усилению или замене конструкций.

Перед проведением работ по проектированию восстановления или усиления конструкций необходимо собрать следующие данные по реконструируемому объекту:

- имеющиеся архивные материалы и документацию по реконструируемому зданию, срокам эксплуатации конструкций;
- общие габариты здания или сооружения, его конструктивную схему, обмерочные чертежи здания: планы, разрезы, фасады с разбивочными осями; монтажные схемы расположения колонн, подкрановых путей, конструкций перекрытий и покрытий; схемы несущих конструкций зданий и узлов опирания и сопряжения с замером сечений; рабочие чертежи и фактические схемы работы усиливаемых конструкций;

- карты и ведомости дефектов, повреждений и отклонений от первоначального проекта с причинами их появления. К дефектам и повреждениям относятся:

- повышенные прогибы и перемещения;
- ширина раскрытия, глубина, длина и шаг трещин;
- раздробление и трещины в бетоне сжатой зоны;
- отслоение защитного слоя бетона;
- коррозия стали, арматуры и бетона;
- нарушение сцепления бетона и арматуры, обрыв рабочей арматуры;
- отклонения в геометрии и армировании;
- глубина повреждений при размораживании или огневом поражении и т.п.;

- физико-механические характеристики строительных материалов и грунтов основания, результаты химических анализов проб материалов;

- химический анализ среды, окружающей конструкции;
- отчет по геодезической съемке здания с выявленными прогибами, кренами, смещениями, осадками конструкций;

- гидрологические условия площадки, отчеты об инженерно-геологических изысканиях по грунтам оснований фундаментов с расчетными характеристиками грунтов;

- расчеты строительных конструкций, степень повреждения конструкции;
- ведомости испытаний бетона, кирпича, раствора и образцов стали, отобранных из конструкций;

- величина и характер постоянных, временных и технологических нагрузок;

- особенности технологических процессов в части воздействия их на строительные конструкции, характеристика окружающей среды (температура, влажность и т.д.), режим эксплуатации сооружения;

- какие изменения претерпело здание за время эксплуатации - надстройка здания, усиление конструкций, замена технологического оборудования или установка кранов большей грузоподъемности.

2.2.3. Экспертиза проектной документации.

Экспертиза проектной документации и результатов инженерных изысканий, государственная экологическая экспертиза проектной документации объектов, строительство, реконструкцию которых предполагается осуществлять в исключительной экономической зоне Российской Федерации, на континентальном шельфе Российской Федерации, во внутренних морских водах, в территориальном море Российской Федерации, в границах особо охраняемых природных территорий, в границах Байкальской природной территории.

Проектная документация объектов капитального строительства и результаты инженерных изысканий, выполненных для подготовки такой проектной документации, подлежат экспертизе. Экспертиза проектной документации и (или) экспертиза результатов инженерных изысканий проводятся в форме государственной экспертизы или негосударственной экспертизы. Застройщик, технический заказчик или лицо, обеспечившее выполнение инженерных изысканий и (или) подготовку проектной документации, по своему выбору направляет проектную документацию и результаты инженерных изысканий на государственную экспертизу или негосударственную экспертизу, за исключением случаев, если в соответствии с настоящей статьей в отношении проектной документации объектов капитального строительства и результатов инженерных изысканий, выполненных для подготовки такой проектной документации, предусмотрено проведение государственной экспертизы.

Экспертиза не проводится в отношении проектной документации следующих объектов капитального строительства:

- 1) объекты индивидуального жилищного строительства, садовые дома;
- 2) жилые дома с количеством этажей не более чем три, состоящие из нескольких блоков, количество которых не превышает десять и каждый из которых предназначен для проживания одной семьи, имеет общую стену (общие стены) без проемов с соседним блоком или соседними блоками, расположен на отдельном земельном участке и имеет выход на территорию общего пользования (жилые дома блокированной застройки), в случае, если строительство или реконструкция таких жилых домов осуществляется без привлечения средств бюджетов бюджетной системы Российской Федерации;
- 3) утратил силу. - Федеральный закон от 03.08.2018 N 340-ФЗ;
- 4) отдельно стоящие объекты капитального строительства с количеством этажей не более чем два, общая площадь которых составляет не более чем 1500 квадратных метров и которые не предназначены для проживания граждан и осуществления производственной деятельности, являются особо опасными, технически сложными или уникальными объектами;
- 5) отдельно стоящие объекты капитального строительства с количеством этажей не более чем два, общая площадь которых составляет не более чем 1500 квадратных метров, которые предназначены для осуществления производственной деятельности и для которых не требуется установление санитарно-защитных зон или для которых в пределах границ земельных участков, на которых расположены такие объекты, установлены санитарно-защитные зоны или требуется установление таких зон, за исключением объектов, которые в соответствии со являются особо опасными, технически сложными или уникальными объектами;
- 6) буровые скважины, предусмотренные подготовленными, согласованными и утвержденными в соответствии с законодательством Российской Федерации о недрах техническим проектом разработки месторождений полезных ископаемых или иной проектной

документацией на выполнение работ, связанных с использованием участками недр.

В случае, если строительство, реконструкцию указанных объектов капитального строительства планируется осуществлять в границах охранных зон трубопроводов, экспертиза проектной документации на осуществление строительства, реконструкции указанных объектов капитального строительства является обязательной.

В случае, если объекты капитального строительства, относятся к объектам массового пребывания граждан, экспертиза проектной документации на осуществление строительства, реконструкции указанных объектов капитального строительства является обязательной. К объектам массового пребывания граждан утверждаются федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке и реализации государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере строительства, архитектуры, градостроительства.

Экспертиза проектной документации не проводится в случае, если для строительства или реконструкции объекта капитального строительства не требуется получение разрешения на строительство. Экспертиза проектной документации не проводится в отношении разделов проектной документации, подготовленных для проведения капитального ремонта объектов капитального строительства.

Экспертиза результатов инженерных изысканий не проводится в случае, если инженерные изыскания выполнялись для подготовки проектной документации объектов капитального строительства, а также в случае, если для строительства, реконструкции не требуется получение разрешения на строительство.

Результаты инженерных изысканий могут быть направлены на экспертизу одновременно с проектной документацией или до направления проектной документации на экспертизу.

Проектная документация объектов капитального строительства, проектная документация, и результаты инженерных изысканий, выполненных для подготовки такой проектной документации:

- подлежат государственной экспертизе в случаях, если сметная стоимость строительства, реконструкции, капитального ремонта объектов капитального строительства в соответствии с требованиями настоящего Кодекса подлежит проверке на предмет достоверности ее определения;

- по собственной инициативе застройщика или технического заказчика могут быть направлены на государственную или негосударственную экспертизу.

Государственной экспертизе подлежат проектная документация и результаты инженерных изысканий, выполненных для подготовки такой документации, следующих объектов:

- объекты, сметная стоимость строительства, реконструкции, капитального ремонта которых в соответствии с требованиями настоящего Кодекса подлежит проверке на предмет достоверности ее определения, за исключением случаев строительства, реконструкции, капитального ремонта линейных объектов и сооружений на них для выполнения мероприятий по подключению (технологическому присоединению) объектов капитального строительства к сетям газораспределения;

- объекты культурного наследия регионального и местного значения (в случае, если при проведении работ по сохранению объекта культурного наследия регионального или местного значения затрагиваются конструктивные и другие характеристики надежности и безопасности указанного объекта);

- объекты, строительство, реконструкцию которых предполагается осуществлять в границах особо охраняемых природных территорий;

- объекты размещения отходов, объекты обезвреживания отходов.

Экспертиза проектной документации по решению застройщика может не проводиться в отношении изменений, внесенных в проектную документацию,

получившую положительное заключение экспертизы проектной документации, если такие изменения одновременно:

1) не затрагивают несущие строительные конструкции объекта капитального строительства, за исключением замены отдельных элементов таких конструкций на аналогичные или иные улучшающие показатели таких конструкций элементы;

2) не влекут за собой изменение класса, категории и (или) первоначально установленных показателей функционирования линейных объектов;

3) не приводят к нарушениям требований технических регламентов, санитарно-эпидемиологических требований, требований в области охраны окружающей среды, требований государственной охраны объектов культурного наследия, требований к безопасному использованию атомной энергии, требований промышленной безопасности, требований к обеспечению надежности и безопасности электроэнергетических систем и объектов электроэнергетики, требований антитеррористической защищенности объекта;

4) соответствуют заданию застройщика или технического заказчика на проектирование, а также результатам инженерных изысканий;

5) соответствуют установленной в решении о предоставлении бюджетных ассигнований на осуществление капитальных вложений, принятом в отношении объекта капитального строительства государственной (муниципальной) собственности в установленном порядке, стоимости строительства (реконструкции) объекта капитального строительства, осуществляемого за счет средств бюджетов бюджетной системы Российской Федерации.

Оценка соответствия изменений, внесенных в проектную документацию, получившую положительное заключение экспертизы проектной документации требованиям технических регламентов, санитарно-эпидемиологическим требованиям, требованиям в области охраны окружающей среды, требованиям государственной охраны объектов культурного наследия, требованиям к

безопасному использованию атомной энергии, требованиям промышленной безопасности, требованиям к обеспечению надежности и безопасности электроэнергетических систем и объектов электроэнергетики, требованиям антитеррористической защищенности объекта, заданию застройщика или технического заказчика на проектирование, результатам инженерных изысканий по решению застройщика или технического заказчика может осуществляться в форме экспертного сопровождения органом исполнительной власти или организацией, проводившими экспертизу проектной документации, которые подтверждают соответствие внесенных в проектную документацию изменений указанным в настоящей части требованиям.

В случае внесения в ходе экспертного сопровождения изменений в проектную документацию, требующих проведения экспертизы проектной документации, орган исполнительной власти или организация, проводившие экспертизу проектной документации, по итогам внесения этих изменений в данную проектную документацию в целях получения застройщиком или техническим заказчиком заключения выдает с учетом всех этих изменений заключение экспертизы проектной документации, сведения о котором подлежат включению в единый государственный реестр заключений экспертизы проектной документации объектов капитального. При этом дополнительное направление проектной документации на проведение экспертизы проектной документации не требуется.

Порядок предусмотренного статьи экспертного сопровождения, выдачи заключения экспертизы проектной документации, а также порядок подтверждения в ходе экспертного сопровождения соответствия вносимых в проектную документацию изменений требованиям технических регламентов, санитарно-эпидемиологическим требованиям, требованиям в области охраны окружающей среды, требованиям государственной охраны объектов культурного наследия, требованиям к безопасному использованию атомной энергии, требованиям промышленной безопасности, требованиям к

обеспечению надежности и безопасности электроэнергетических систем и объектов электроэнергетики, требованиям антитеррористической защищенности объекта, заданию застройщика или технического заказчика на проектирование, результатам инженерных изысканий устанавливается Правительством Российской Федерации.

Государственная экспертиза проектной документации и государственная экспертиза результатов инженерных изысканий проводятся федеральным органом исполнительной власти, органом исполнительной власти субъекта Российской Федерации, уполномоченными на проведение государственной экспертизы проектной документации, или подведомственными указанным органам государственными (бюджетными или автономными) учреждениями, Государственной корпорацией по атомной энергии "Росатом".

Государственная экспертиза проектной документации всех объектов и государственная экспертиза результатов инженерных изысканий, выполняемых для подготовки такой проектной документации, при условии, если иное не установлено Федеральным законом "О введении в действие Градостроительного кодекса Российской Федерации", проводятся федеральным органом исполнительной власти, или подведомственным ему государственным (бюджетным или автономным) учреждением, или случаев, если указом Президента Российской Федерации в отношении объектов обороны и безопасности или нормативным правовым актом Правительства Российской Федерации в отношении объектов, строительство, реконструкцию которых предполагается осуществлять в исключительной экономической зоне Российской Федерации, на континентальном шельфе Российской Федерации, во внутренних морских водах, в территориальном море Российской Федерации, а также в отношении объектов размещения отходов, объектов обезвреживания отходов, объектов капитального строительства, относящихся в соответствии с законодательством в области охраны окружающей среды к объектам I категории, определены иные федеральные органы исполнительной власти.

Государственная экспертиза проектной документации иных объектов капитального строительства и государственная экспертиза результатов инженерных изысканий, выполняемых для подготовки такой проектной документации, проводятся органом исполнительной власти субъекта Российской Федерации или подведомственным ему государственным (бюджетным или автономным) учреждением по месту нахождения земельного участка, на котором планируется осуществлять строительство, реконструкцию объекта капитального строительства.

Негосударственная экспертиза проектной документации и (или) негосударственная экспертиза результатов инженерных изысканий проводятся юридическими лицами, соответствующими требованиям.

Юридические лица, не вправе проводить негосударственную экспертизу проектной документации и (или) негосударственную экспертизу результатов инженерных изысканий, если подготовка такой проектной документации и (или) выполнение таких инженерных изысканий осуществлялись указанными юридическими лицами. Нарушение данного требования является основанием для аннулирования аккредитации указанных юридических лиц на право проведения негосударственной экспертизы проектной документации и (или) негосударственной экспертизы результатов инженерных изысканий.

Подготовку заключений государственной экспертизы проектной документации и (или) государственной экспертизы результатов инженерных изысканий и негосударственной экспертизы проектной документации и (или) негосударственной экспертизы результатов инженерных изысканий вправе осуществлять физические лица.

Физические лица, аттестованные на право подготовки заключений экспертизы проектной документации и (или) результатов инженерных изысканий, не вправе участвовать в проведении такой экспертизы при наличии личной заинтересованности в результатах такой экспертизы, в том числе если в

подготовке проектной документации и (или) выполнении инженерных изысканий участвовали указанные лица лично или их близкие родственники.

2.2.4. Основы расчета.

Требования к строительным конструкциям и общие принципы их проектирования. Требования к строительным конструкциям:

- 1) Прочность
- 2) Устойчивость
- 3) Жесткость
- 4) Долговечность
- 5) Необходимая степень теплоизоляции наружных ограждений
- 6) Морозостойкость
- 7) Экономичность изготовления и эксплуатации
- 8) Индустриальность изготовления и монтажа

Прочность можно определить как неразрушаемость конструкции все время эксплуатации. Под устойчивостью понимают сохранение формы конструкции. Жесткость – это сопротивление конструкции деформациям.

Цель расчета строительных конструкций:

- 1) проверка прочности, устойчивости и жесткости конструкций при известных размерах;
- 2) уточнение размеров и обеспечение надежности конструкций при минимальном расходе материалов.

Порядок расчета строительных конструкций:

- 1) Составление расчетной схемы
- 2) Определение внутренних усилий методами сопротивления материалов
- 3) Подбор размеров сечений или проверка несущей способности заданных сечений
- 4) Конструирование креплений.

Основы расчета конструкций и оснований по предельным состояниям. Строительные конструкции рассчитывают для того, чтобы обеспечить безопасность, надежность и долговечность их эксплуатации под нагрузкой при наиболее экономичных размерах сечения. Существующие строительные нормы предписывают вести расчет строительных конструкций на силовые воздействия по методу предельных состояний. Предельное состояние – это такое состояние строительной конструкции, по достижении которого она перестаёт удовлетворять предъявленным к ней эксплуатационным требованиям, а так же требованиям, заданным при возведении. Цель расчета строительной конструкции – не допустить наступления предельного состояния в процессе её возведения и эксплуатации. В соответствии с нормами при расчете учитывают две группы предельных состояний.

Первая группа – по потере несущей способности (потере прочности или устойчивости), т.е. непригодности к эксплуатации.

Вторая группа – по непригодности к нормальной эксплуатации. К этой группе относятся состояния, затрудняющие нормальную эксплуатацию конструкции, или снижающие её долговечность вследствие появления недопустимых перемещений (прогибов, осадок, углов поворота), колебаний и трещин.

Понятие о расчете по первой группе предельных состояний. Расчет по предельным состояниям первой группы называют расчетом по несущей способности (по прочности и устойчивости). Цель такого расчета состоит в том, чтобы предотвратить наступление любого из предельных состояний первой группы, т.е. обеспечить несущую способность как отдельной конструкции, так и всего здания в целом.

Несущая способность конструкции считается обеспеченной, если выполняется неравенство типа: $N \leq \Phi\{R, A\}$

где N - расчетное внутреннее усилие от внешних расчетных нагрузок. Расчетное усилие зависит от вида нагружения (для сжатых и растянутых

элементов – это продольная сила, для изгибаемых – изгибающий момент ит.д.). Расчетные усилия определяются по правилам строительной механики в зависимости от конструктивной схемы, способов соединений конструкций и т.д.;

Φ - наименьшая возможная несущая способность сечения элемента конструкции, подвергающегося сжатию, растяжению, изгибу и т.д. она зависит от прочностных свойств материала конструкции (R – расчетное сопротивление материала) и геометрических характеристик сечения (A – площадь поперечного сечения при растяжении или сжатии, момент сопротивления сечения при изгибе и т.д.).

Понятие о расчете по второй группе предельных состояний. Цель этого расчета – не допустить ни одного из предельных состояний второй группы. Считается, что предельное состояние второй группы не наступит, если будет удовлетворено условие: $f \leq [f]$

где f - определенная из расчета деформация (перемещение, угол поворота, ширина раскрытия трещины и т.д.) от внешних нормативных нагрузок.

$[f]$ - нормативная (предельная допустимая) деформация конструкции (перемещение, угол поворота, ширина раскрытия трещины и т.д.), которая определяется в соответствии с требованиями СП.

Нормативные и расчетные значения сопротивлений материалов и нагрузок. При расчетах по предельным состояниям первой и второй групп в качестве главного прочностного показателя материала устанавливается его сопротивление, которое может принимать нормативное и расчетное значения:

R_n — нормативное сопротивление материала, представляет собой основной параметр сопротивления материалов внешним воздействиям и устанавливается соответствующими главами строительных норм. Физический смысл нормативного сопротивления R_n — это контрольная или браковочная характеристика сопротивления материала с обеспеченностью не менее 0,95%;

R — расчетное сопротивление материала, определяется по формуле:

$$R = \frac{R_n}{\gamma_m} \quad \text{где } \gamma_m \text{ — коэффициент надежности по материалу, учитывает}$$

возможные отклонения сопротивления материала в неблагоприятную сторону от нормативных значений, $\gamma_m > 1$.

Коэффициент надежности по материалу учитывает несоответствие фактической работы материала в конструкциях и его работы при испытании в образцах, а также возможность попадания в конструкции материала со свойствами ниже установленных в ГОСТ.

Расчетные сопротивления в расчетах следует принимать с коэффициентом условий работы γ_c :

γ_c — коэффициент условий работы, учитывает особенности работы материалов, элементов и соединений конструкций, а также зданий и сооружений в целом, если эти особенности имеют систематический характер, но не отражаются в расчетах прямым путем (учет температуры, влажности, агрессивности среды, приближенности расчетных схем и др.). При выводе расчетных формул и написании формул, приводимых в СП, иногда не указывают, что расчетные сопротивления умножаются на γ_c , но если коэффициент условия работы отличается от единицы, на него всегда надо умножать расчетное сопротивление, т.е. во всех формулах, где есть R , вместо R надо подставлять произведение $R\gamma_c$.

Нормативные и расчетные значения устанавливаются не только для сопротивлений материалов, но и для нагрузок, учитывая изменчивость их величин или невозможность их определения с абсолютной точностью:

N_n — нормативная нагрузка, рассчитывается по проектным размерам конструкций или принимается в соответствии с главой СП «Нагрузки и воздействия»;

N — расчетная нагрузка, определяется по формуле: $N = N_n \cdot \gamma_f$

где γ_f - коэффициент надежности по нагрузкам, учитывает возможные отклонения нагрузок в неблагоприятную (большую или меньшую) сторону от их нормативных значений.

Нормы учитывают также возможные последствия от аварий, этот учет ведется при помощи коэффициента надежности по ответственности γ_n , на который умножаются расчетные нагрузки, что ведет к понижению или повышению их значения: $N \cdot \gamma_n$

где γ_n — коэффициент надежности по ответственности, учитывает экономические, социальные и экологические последствия, которые могут возникать в результате аварий.

Вследствие того, что наступление предельных состояний, относящихся ко второй группе, не связано с потерей несущей способности конструкций или здания в целом, нагрузки сопротивления материалов, а также сопротивления грунтов, которые используются в расчетах по этой группе, принимаются численно равными нормативным значениями называются сервисными.

При расчетах по первой группе предельных состояний, которые связаны с обеспечением несущей способности конструкции (здания), принимают расчетные значения: расчетные нагрузки N и расчетные сопротивления материала R .

При выполнении расчетов, относящихся к первой и второй группам предельных состояний, необходимо учитывать значения нагрузок, сопротивления материалов.

2.2.5. Нагрузки и воздействия (постоянные, длительные и кратковременные, особые воздействия, их возможные сочетания).

В зависимости от продолжительности действия нагрузок следует различать постоянные P_d и временные (длительные P_l , кратковременные P_t , особые P_s) нагрузки.

Нагрузки, возникающие при изготовлении, хранении и перевозке конструкций, а также при возведении сооружений, следует учитывать в расчетах как кратковременные.

К постоянным P_d нагрузкам следует относить:

- а) вес частей сооружений, в том числе несущих и ограждающих строительных конструкций;
- б) вес и давление грунтов (насыпей, засыпок), горное давление;
- в) гидростатическое давление.

Сохраняющиеся в конструкции или основании усилия от предварительного напряжения следует учитывать в расчетах как усилия от постоянных нагрузок.

К длительным длительные P_l нагрузкам следует относить:

- а) вес временных перегородок, подливок и подбетонок под оборудование;
- б) вес стационарного оборудования: станков, аппаратов, моторов, емкостей, трубопроводов с арматурой, опорными частями и изоляцией, ленточных конвейеров, постоянных подъемных машин с их канатами и направляющими, а также вес жидкостей и твердых тел, заполняющих оборудование;
- в) давление газов, жидкостей и сыпучих тел в емкостях и трубопроводах, избыточное давление и разрежение воздуха, возникающее при вентиляции шахт;
- г) нагрузки на перекрытия от складироваемых материалов и стеллажного оборудования в складских помещениях, холодильниках, зернохранилищах, книгохранилищах, архивах и подобных помещениях;
- д) температурные технологические воздействия от стационарного оборудования;
- е) вес слоя воды на плоских водонаполненных покрытиях;
- ж) вес отложений производственной пыли, если не предусмотрены соответствующие мероприятия по ее удалению;

и) пониженные нагрузки от оборудования, людей, животных и транспортных средств на перекрытия жилых, общественных и сельскохозяйственных зданий, от мостовых и подвесных кранов, снеговых, температурных климатических воздействий;

к) воздействия, обусловленные деформациями основания, не сопровождающимися коренным изменением структуры грунта, а также оттаиванием вечномерзлых грунтов;

л) воздействия, обусловленные изменением влажности, усадкой и ползучестью материалов.

К кратковременным нагрузкам P_t следует относить:

а) нагрузки от оборудования, возникающие в пускоостановочном, переходном и испытательном режимах, а также при его перестановке или замене;

б) вес людей, ремонтных материалов в зонах обслуживания и ремонта оборудования;

в) нагрузки от людей, животных, оборудования на перекрытия жилых, общественных и сельскохозяйственных зданий с полными нормативными значениями;

г) нагрузки от подвижного подъемно-транспортного оборудования (погрузчиков, электрокаров, кранов-штабелеров, тельферов, а также от мостовых и подвесных кранов с полным нормативным значением), включая вес транспортируемых грузов;

д) нагрузки от транспортных средств;

е) климатические (снеговые, ветровые, температурные и гололедные),

5.6 К особым особые P_s нагрузкам следует относить:

а) сейсмические;

б) взрывные;

в) ударные, в том числе нагрузки от столкновений транспортных средств с частями сооружения;

г) нагрузки, вызываемые резкими нарушениями технологического процесса, временной неисправностью или поломкой оборудования;

д) воздействия, обусловленные деформациями основания, сопровождающимися коренным изменением структуры грунта (например, при замачивании просадочных грунтов) или оседанием его в районах горных выработок и в карстовых районах;

е) нагрузки, обусловленные пожаром;

ж) климатические (снеговые, ветровые, температурные и гололедные) нагрузки, действие которых может привести к аварийной расчетной ситуации.

Другие типы особых воздействий устанавливаются в нормах проектирования конструкций и оснований.

Сочетания нагрузок.

Расчет конструкций и оснований по предельным состояниям 1-й и 2-й групп следует выполнять с учетом неблагоприятных сочетаний нагрузок или соответствующих им усилий.

Эти сочетания устанавливаются из анализа реальных вариантов одновременного действия различных нагрузок для рассматриваемой стадии работы конструкции или основания.

В зависимости от учитываемого состава нагрузок следует различать:

а) основные сочетания нагрузок, состоящие из постоянных, длительных и кратковременных: $C_m = P_d + (\psi_{l1}P_{l1} + \psi_{l2}P_{l2} + \psi_{l3}P_{l3} + \dots) + (\psi_{t1}P_{t1} + \psi_{t2}P_{t2} + \psi_{t3}P_{t3} + \dots)$

б) особые сочетания нагрузок, состоящие из постоянных, длительных, кратковременных и одной из особых нагрузок:

$$C_s = C_m + P_s$$

где C_m - нагрузка для основного сочетания;

C_s - нагрузка для особо сочетания;

$\psi_{li} (i=1, 2, 3)$ - коэффициенты сочетаний для длительных нагрузок;

$\psi_{ti} (i=1, 2, 3)$ - коэффициенты сочетаний для кратковременных нагрузок.

Для основных и особых сочетаний нагрузок, за исключением случаев, оговоренных в нормах проектирования сооружений в сейсмических районах и в нормах проектирования конструкций и оснований, коэффициент сочетаний длительных нагрузок ψ_l определяется следующим образом: $\psi_{l1} = 1,0$; $\psi_{l2} = \psi_{l3} = \dots = 0,95$

где ψ_{l1} - коэффициент сочетаний, соответствующий основной по степени влияния длительной нагрузке;

ψ_{l2}, ψ_{l3} - коэффициенты сочетаний для остальных длительных нагрузок.

Для основных сочетаний необходимо использовать следующие значения коэффициентов сочетаний кратковременных нагрузок: $\psi_{t1} = 1,0$; $\psi_{t2} = 0,9$; $\psi_{t3} = \psi_{t4} = \dots = 0,7$

где ψ_{t1} - коэффициент сочетаний, соответствующий основной по степени влияния кратковременной нагрузке;

ψ_{t2} - коэффициент сочетаний, соответствующий второй кратковременной нагрузке;

ψ_{t3}, ψ_{t4} - коэффициенты сочетаний для остальных кратковременных нагрузок.

Для особых сочетаний, необходимо использовать следующие значения коэффициентов сочетаний кратковременных нагрузок: $\psi_{t1} = 0,5$, $\psi_{t2} = \psi_{t3} = \dots = 0,3$

где ψ_{t1} - коэффициент сочетаний, соответствующий первой кратковременной нагрузке;

ψ_{t2}, ψ_{t3} - коэффициенты сочетаний для остальных кратковременных нагрузок.

Другие значения коэффициентов сочетаний кратковременных нагрузок допускается устанавливать в нормативных документах на проектирование конструкций и оснований.

При учете сочетаний нагрузок в соответствии с 6.3-6.5 за одну временную нагрузку следует принимать:

а) нагрузку одного вида от одного источника (давление или разрежение в емкости, снеговую, ветровую, гололедную нагрузки, температурные климатические воздействия, нагрузку от одного погрузчика, электрокара, мостового или подвесного крана).

2.2.6. Нормативные и расчетные нагрузки.

Основными характеристиками нагрузок являются их расчетные или нормативные значения, устанавливаемые соответствующими нормами проектирования или заданиями на проектирование.

Расчетное значение нагрузки в тех случаях, когда установлено ее нормативное значение, определяют умножением нормативного значения на коэффициент надежности по нагрузке.

Коэффициент надежности по нагрузке учитывает возможное отклонение нагрузок в неблагоприятную (большую или меньшую) сторону от их нормативных значений.

Значения коэффициентов надежности по нагрузке могут быть различными для различных предельных состояний и различных расчетных ситуаций.

Расчетные значения нагрузок и воздействий, зависящих от территориальных климатических условий (снеговые и ветровые нагрузки, воздействия температуры и др.), допускается определять непосредственно по расчетному периоду их повторяемости, который может зависеть от предельного состояния.

При расчете строительных объектов по второй группе предельных состояний расчетные значения кратковременных нагрузок могут устанавливаться с учетом допустимого времени нарушения условий нормальной эксплуатации строительного объекта.

Расчетные значения особых нагрузок устанавливают в соответствующих нормативных документах и заданиях на проектирование с учетом возможных

социальных и материальных потерь в случае разрушения сооружений и необходимых мер по предотвращению их разрушения.

Расчетные сочетания нагрузок.

Для каждой расчетной ситуации необходимо учитывать все возможные неблагоприятные расчетные сочетания нагрузок, которые следует устанавливать на основе результатов анализа всех реальных вариантов одновременного действия различных нагрузок и с учетом реализации различных схем приложения кратковременных нагрузок или отсутствия некоторых из них.

Вероятность одновременного достижения несколькими нагрузками их расчетных значений, соответствующая вероятности достижения одной нагрузкой ее расчетного значения, учитывается коэффициентами сочетаний нагрузок, значение которых не должно превышать 1,0.

В зависимости от учитываемой комбинации нагрузок следует различать:

- а) основные сочетания нагрузок, состоящие из постоянных, длительных и (или) кратковременных нагрузок;
- б) особые сочетания нагрузок, включающие в себя особые и аварийные нагрузки и воздействия.

В особых сочетаниях кратковременные нагрузки допускается не учитывать, если в нормах проектирования конструкций не приведены иные требования.

Расчетные сочетания нагрузок и численные значения коэффициентов сочетаний устанавливают в нормативных документах по назначению нагрузок.

Равномерно распределенные нагрузки. Нормативные значения равномерно распределенных кратковременных нагрузок на плиты перекрытий, лестницы и полы на грунтах приведены в таблице 2.5.

Нормативные значения нагрузок на ригели и плиты перекрытий от веса временных перегородок следует принимать в зависимости от их конструкции, расположения и характера опирания на перекрытия и стены. Указанные

нагрузки допускается учитывать как равномерно распределенные добавочные нагрузки, принимая их нормативные значения на основании расчета для предполагаемых схем размещения перегородок, но не менее 0,5 кПа.

Таблица 2.5.

№ п.п.	Помещения зданий и сооружений	Нормативные значения равномерно распределенных нагрузок P_t , кПа, не менее
1	Квартиры жилых зданий; спальные помещения детских дошкольных учреждений и школ-интернатов; жилые помещения домов отдыха и пансионатов, общежитий и гостиниц; палаты больниц и санаториев; террасы	1,5
2	Служебные помещения административного, инженерно-технического, научного персонала организаций и учреждений; офисы, классные помещения учреждений просвещения; бытовые помещения (гардеробные, душевые, умывальные, уборные) промышленных предприятий и общественных зданий и сооружений	2,0
3	Кабинеты и лаборатории учреждений здравоохранения, лаборатории учреждений просвещения, науки; помещения электронно-вычислительных машин; кухни общественных зданий; помещения учреждений бытового обслуживания населения (парикмахерские, ателье и т.п.); технические этажи жилых и общественных зданий высотой менее 75 м; подвальные помещения	2,0
4	Залы:	
	а) читальные	2,0
	б) обеденные (в кафе, ресторанах, столовых и т.п.)	3,0
	в) собраний и совещаний, ожидания, зрительные и концертные, спортивные, фитнес-центры, бильярдные	4,0
	г) торговые, выставочные и экспозиционные	4,0
	Сцены зрелищных предприятий	5,0
	Трибуны:	
	а) с закрепленными сиденьями	4,0

	б) для стоящих зрителей	5,0
5	Чердачные помещения	0,7
6	Покрытия на участках:	
	а) с возможным скоплением людей (выходящих из производственных помещений, залов, аудиторий и т.п.)	4,0
	б) используемых для отдыха	1,5
	в) прочих	0,7
7	Балконы (лоджии) с учетом нагрузки:	
	а) полосовой равномерной на участке шириной 0,8 м вдоль ограждения балкона (лоджии)	4,0
	б) сплошной равномерной на площади балкона (лоджии), воздействие которой не благоприятнее	2,0
8	Участки обслуживания и ремонта оборудования в производственных помещениях	1,5
9	Вестибюли, фойе, коридоры, лестницы (с относящимися к ним проходами), примыкающие к помещениям, указанным в позициях:	
	а) 1, 2 и 3	3,0
	б) 4, 5, 6 и 11	4,0
	в) 7	5,0
10	Перроны вокзалов	4,0
11	Помещения для скота:	
	а) мелкого	2,0
	б) крупного	5,0

Нормативные значения горизонтальных нагрузок на поручни перил лестниц и балконов следует принимать:

а) для жилых зданий, дошкольных организаций, домов отдыха, санаториев, больниц и других лечебных учреждений - 0,5 кН/м;

б) для трибун и спортивных залов - 1,5 кН/м;

в) для других зданий и помещений - 0,8 кН/м или по заданию на проектирование;

г) для обслуживающих площадок, мостиков, ограждений крыш, предназначенных для непродолжительного пребывания людей, нормативное значение горизонтальной нагрузки на поручни перил следует принимать 0,3

кН/м, если по заданию на проектирование на основании технологических решений не требуется большее значение нагрузки.

Коэффициенты надежности по нагрузке γ_f для равномерно распределенных нагрузок следует принимать:

1,3 - при полном нормативном значении менее 2,0 кПа;

1,2 - при полном нормативном значении 2,0 кПа и более.

Для нагрузок, следует принимать коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f=1,2$.

2.2.7. Учет надежности по назначению зданий и сооружений.

Коэффициенты надежности: Коэффициенты, учитывающие возможные неблагоприятные отклонения значений нагрузок, характеристик материалов и расчетной схемы строительного объекта от реальных условий его эксплуатации, а также уровень ответственности строительных объектов. Вводится 4 типа коэффициентов надежности: коэффициенты надежности по нагрузке γ_f , коэффициенты надежности по материалу γ_m , коэффициенты условий работы γ_d , коэффициенты надежности по ответственности сооружений γ_n .

Для каждого сооружения необходимо установить его класс (КС-1, КС-2 или КС-3) в зависимости от его назначения, а также социальных, экологических и экономических последствий их повреждений и разрушений.

Класс сооружений устанавливается в задании на проектирование генпроектировщиком по согласованию с заказчиком.

Основным условием надежности строительных объектов являются выполнения требований (критериев) для всех учитываемых предельных состояний при действии наиболее неблагоприятных сочетаний расчетных нагрузок в течение расчетного срока службы.

Надежность строительных конструкций и оснований следует обеспечивать на стадии разработки общей концепции сооружения, при его проектировании, изготовлении его конструктивных элементов, строительстве и эксплуатации.

При особых воздействиях надежность строительных конструкций дополнительно следует обеспечивать за счет проведения одного или нескольких специальных мероприятий, включающих в себя:

- выбор материалов и конструктивных решений, которые при аварийном выходе из строя или локальном повреждении отдельных несущих элементов конструкций не приводят к прогрессирующему обрушению сооружения;

- предотвращение или снижение возможности реализации подобных воздействий на несущие конструкции;

- использование комплекса специальных организационных мероприятий, обеспечивающих ограничение и контроль доступа посторонних лиц к основным несущим конструкциям сооружения.

Принятые проектные и конструктивные решения должны быть обоснованы результатами расчета по предельным состояниям сооружений в целом, их конструктивных элементов и соединений, а также, при необходимости, данными экспериментальных исследований, в результате которых устанавливают основные параметры строительных объектов, их несущую способность и воспринимаемые ими воздействия.

Для сооружений класса КС-3, при проектировании которых использованы не апробированные ранее конструктивные решения или для которых не существует надежных методов расчета, необходимо использовать данные экспериментальных исследований на моделях или натурных конструкциях.

При проектировании и возведении сооружений необходимо учитывать их влияние на изменение условий эксплуатации и работы конструкций близлежащих сооружений, а также экологии окружающей среды.

При проектировании конструкций, воспринимающих динамические и циклические нагрузки или воздействия, при необходимости, следует применять

специальные меры защиты (гасители колебаний, перфорация ограждающих конструкций, виброизоляция и др.). Проектирование конструктивных элементов, воспринимающих циклические нагрузки, должно проводиться с учетом результатов их поверочного расчета на выносливость и усталостную прочность.

При расчете конструкций должны быть рассмотрены следующие расчетные ситуации:

- установившаяся - ситуация, имеющая продолжительность, близкую к сроку службы строительного объекта (например, эксплуатация между двумя капитальными ремонтами или изменениями технологического процесса);

- переходная - ситуация, имеющая небольшую по сравнению со сроком службы строительного объекта продолжительность (например, изготовление, транспортирование, монтаж, капитальный ремонт и реконструкция строительного объекта);

- аварийная - ситуация, соответствующая исключительным условиям работы сооружения, которые могут привести к существенным социальным, экологическим и экономическим потерям.

Для каждой учитываемой расчетной ситуации надежность строительных конструкций должна быть обеспечена за счет:

- расчета сооружения в целом и его отдельных конструктивных элементов по всем учитываемым предельным состояниям;

- выбора и контроля исполнения оптимальных конструктивных решений, материалов, технологических процессов изготовления и монтажа строительных конструкций;

- создания условий, гарантирующих нормальную эксплуатацию строительных объектов;

- контроля технического состояния сооружения в целом и его отдельных конструктивных элементов;

- проведения организационных мероприятий, направленных на снижение возможности возникновения аварийных ситуаций и прогрессирующего обрушения сооружений.

Таблица 2.6.

Минимальные значения коэффициента надежности по ответственности

Класс сооружений	Уровень ответственности	Минимальные значения коэффициента надежности по ответственности γ_n
КС-3	Повышенный	1,1
КС-2	Нормальный	1,0
КС-1	Пониженный	0,8

Примечание - Для зданий высотой более 250 м и большепролетных сооружений (без промежуточных опор) с пролетом более 120 м коэффициент надежности по ответственности следует принимать не менее 1,2 ($\gamma_n=1.2$)

Класс и уровень ответственности сооружений, а также численные значения коэффициента надежности по ответственности устанавливаются генпроектировщиком по согласованию с заказчиком в задании на проектирование, но не ниже тех, которые указаны в таблице 2.6.

Для разных конструктивных элементов сооружений допускается устанавливать различные уровни ответственности и соответственно назначать различные значения коэффициента надежности по ответственности.

На коэффициент надежности по ответственности следует умножать эффекты воздействия (нагрузочные эффекты), определяемые при расчете на основные сочетания нагрузок по первой группе предельных состояний

При расчете по второй группе предельных состояний сооружений коэффициент надежности по ответственности допускается принимать равным единице.

Правила учета уровня ответственности строительных объектов при расчете на особые сочетания нагрузок устанавливают в нормах проектирования конструкций или в задании на проектирование объекта.

Классы и уровни ответственности сооружений следует учитывать:

- при оценке долговечности сооружений;
- при разработке номенклатуры и объема проектных работ, а также проводимых инженерных изысканий и экспериментальных исследований;
- при разработке конструктивных решений надземной и подземной частей сооружений;
- при разработке программ научно-технического сопровождения, при проектировании, изготовлении и монтаже конструкций;
- при разработке правил приемки, испытаний, эксплуатации и технической диагностики строительных объектов.

Для зданий и сооружений класса КС-3, имеющих повышенный уровень ответственности, должны предусматриваться научно-техническое сопровождение при проектировании, изготовлении и монтаже конструкций, а также их технический мониторинг при возведении и эксплуатации.

2.2.8. Расчетные характеристики материалов по СП и фактические.

Основными прочностными характеристиками бетона являются нормативные значения:

- сопротивления бетона осевому сжатию $R_{b,n}$;
- сопротивления бетона осевому растяжению $R_{bt,n}$.

Нормативные значения сопротивления бетона осевому сжатию (призменная прочность) и осевому растяжению (при назначении класса бетона по прочности на сжатие) принимают в зависимости от класса бетона по прочности на сжатие В.

При назначении класса бетона по прочности на осевое растяжение B_t нормативные значения сопротивления бетона осевому растяжению $R_{bt,n}$ принимают равными числовой характеристике класса бетона на осевое растяжение.

Расчетные значения прочностных характеристик бетона.

5.1.9 Расчетные значения сопротивления бетона осевому сжатию R_b и осевому растяжению R_{bt} определяют по формулам: $R_b = \frac{R_{b,n}}{\gamma_b}$; $R_{bt} = \frac{R_{bt,n}}{\gamma_{bt}}$

Значения коэффициента надежности по бетону при сжатии γ_b принимают равными:

- 1,3 - для предельных состояний по несущей способности (первая группа);
- 1,0 - для предельных состояний по эксплуатационной пригодности (вторая группа).

Значения коэффициента надежности по бетону при растяжении γ_{bt} принимают равными:

- 1,5 - для предельных состояний по несущей способности при назначении класса бетона по прочности на сжатие;
- 1,3 - для предельных состояний по несущей способности при назначении класса бетона по прочности на осевое растяжение;
- 1,0 - для предельных состояний по эксплуатационной пригодности.

Расчетные значения сопротивления бетона R_b , R_{bt} , $R_{b,ser}$, $R_{bt,ser}$ (с округлением) в зависимости от класса бетона по прочности на сжатие и осевое растяжение приведены: для предельных состояний первой группы.

Таблица 2.7

Вид сопротивления	Нормативные значения сопротивления бетона R_b и $R_{bt,n}$ и расчетные значения сопротивления бетона для предельных состояний второй группы $R_{b,ser}$ и $R_{bt,ser}$, МПа, при классе бетона по прочности на сжатие							
	B10	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45
Сжатое осевое $R_{b,n}$, $R_{b,ser}$	7,5	11,0	15,0	18,5	22,0	25,5	29,0	32,0
Растяжение осевое $R_{bt,n}$, $R_{bt,ser}$	0,85	1,1	1,35	1,55	1,75	1,95	2,1	2,25

Таблица 2.8

Вид сопротивления	Расчетные значения сопротивления бетона для предельных состояний первой группы бетона R_b и R_{bt} , МПа, при классе бетона по прочности на сжатие
-------------------	--

	B10	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45
Сжатое осевое R_b	6,0	8,5	11,5	14,5	17,0	19,5	22,0	25,0
Растяжение осевое R_{bt}	0,56	0,75	0,9	1,05	1,15	1,3	1,4	1,5

В необходимых случаях расчетные значения прочностных характеристик бетона умножают на следующие коэффициенты условий работы γ_b , учитывающие особенности работы бетона в конструкции (характер нагрузки, условия окружающей среды и т.д.):

а) γ_{b1} - для бетонных и железобетонных конструкций, вводимый к расчетным значениям сопротивлений R_b и R_{bt} и учитывающий влияние длительности действия статической нагрузки:

$\gamma_{b1}=1,0$ - при непродолжительном (кратковременном) действии нагрузки;

$\gamma_{b1}=0,9$ - при продолжительном (длительном) действии нагрузки;

б) γ_{b2} - для бетонных конструкций, вводимый к расчетным значениям сопротивления R_b и учитывающий характер разрушения таких конструкций;

$\gamma_{b2}=0,9$

в) γ_{b3} - для бетонных и железобетонных конструкций, бетонируемых в вертикальном положении, вводимый к расчетному значению сопротивления бетона R_b

$\gamma_{b3}=0,9$

В остальных случаях значения коэффициента γ_{b4} принимают в зависимости от назначения конструкции и условий окружающей среды согласно специальным указаниям.

Расчетные характеристики материалов из стали.

Расчетные сопротивления проката, гнутых профилей и труб для различных видов напряженных состояний следует определять по формулам, где нормативные сопротивления R_{yn} и R_{un} следует принимать согласно стандартам и техническим условиям.

Напряженное состояние	Расчетные сопротивления проката и труб
Растяжение, сжатие, изгиб:	
По пределу текучести	$R_y = R_{yn} / y_m$
По временному сопротивлению	$R_u = R_{un} / y_m$
Сдвиг	$R_s = 0,58 R_{yn} / y_m$
Смятие:	
Торцевой поверхности	$R_p = R_{un} / y_m$
Местное в цилиндрических шарнирах при плотном касании	$R_{lp} = 0,5 R_{un} / y_m$
Диаметральное сжатие катков	$R_{cd} = 0,025 R_{un} / y_m$

Расчетные сопротивления гнутых профилей следует принимать равными расчетным сопротивлениям листового проката, из которого они изготовлены.

Все фактические значения характеристик любых материалов (бетона, стали и д.р.) вычисляются с помощью данных полученных экспериментальным путем.

2.2.9. Учет работы технологического оборудования, вызывающего изменение силовых воздействий, степень или вид агрессивного воздействия на несущие конструкции зданий.

Нагрузки от оборудования (в том числе трубопроводов, транспортных средств), складированных материалов и изделий устанавливаются в задании на проектирование на основании технологических решений, в котором должны быть приведены:

а) возможные на каждом перекрытии и полах на грунте места расположения и габариты опор оборудования, размеры участков складирования и хранения материалов и изделий, места возможного перемещения оборудования в процессе эксплуатации или перепланировки;

б) нормативные значения нагрузок и коэффициенты надежности по нагрузке, принимаемые в соответствии с указаниями настоящих норм, для

машин с динамическими нагрузками - нормативные значения инерционных сил и коэффициенты надежности по нагрузке для инерционных сил, а также другие необходимые характеристики.

Фактические нагрузки на перекрытия допускается заменять эквивалентными равномерно распределенными нагрузками, рассчитанные значения которых должны обеспечивать несущую способность и жесткость элементов конструкций и их узлов, требуемые по условиям их загрузки фактическими нагрузками.

Нормативное значение веса оборудования, в том числе трубопроводов, следует определять на основании стандартов, а для нестандартного оборудования - на основании паспортных данных заводов-изготовителей или рабочих чертежей.

Нагрузки от веса оборудования включают в себя: собственный вес установки или машины (в том числе привода, постоянных приспособлений, опорных устройств, подливок и подбетонок), вес изоляции, заполнителей оборудования, наиболее тяжелой обрабатываемой детали, вес транспортируемого груза, соответствующий номинальной грузоподъемности, и т.п.

При этом следует предусматривать мероприятия, исключающие необходимость усиления несущих конструкций, связанного с перемещением технологического оборудования во время монтажа или эксплуатации здания.

Число учитываемых одновременно погрузчиков или электрокаров и их размещение на перекрытии при расчете различных элементов следует принимать по заданию на проектирование на основании технологических решений.

Динамическое воздействие вертикальных нагрузок от погрузчиков и электрокаров допускается учитывать путем умножения нормативных значений статических нагрузок на коэффициент динамичности, равный 1,2.

При задании нормативных значений нагрузок в складских помещениях необходимо учитывать эквивалентную равномерно распределенную нагрузку на перекрытия, покрытия и полы на грунтах, а также вертикальную и, при необходимости, горизонтальную сосредоточенные нагрузки, прикладываемые для учета возможного неблагоприятного влияния местных нагрузок и воздействий.

Эти нагрузки следует определять по заданию на проектирование на основании технологических решений, с учетом удельного веса складироваемых материалов и изделий, возможного их размещения по площади помещений и максимальных значений высоты складирования и принимать не менее нормативных значений.

Таблица 2.10

Оборудование и материалы	Коэффициент надежности по нагрузке γ_f
Стационарное оборудование	1,05
Изоляция стационарного оборудования	1,2
Заполнители оборудования (в том числе резервуаров и трубопроводов):	
Жидкости	1,1
суспензии, шламы, сыпучие тела	1,1
Погрузчики и электрокары (с грузом)	1,2
Складироваемые материалы и изделия	1,2
Книгохранилища; архивы	1,2

2.2.10. Способы замены несущих конструкций зданий, перекрытий и покрытий.

Усиление и ремонт стен и колонн.

Основными причинами повреждений каменных стен в процессе эксплуатации жилых и гражданских зданий могут являться несоответствие несущей способности каменной кладки, фактически воспринимаемым ею

нагрузкам или неравномерная осадка различных частей зданий. Самым распространенным дефектом каменной кладки стен являются трещины.

Во всех случаях ремонту каменной кладки должно предшествовать устранение причин, вызвавших ее повреждение.

Ремонт и усиление каменных стен, простенков, перемычек заключается главным образом в укреплении или перекладке поврежденных конструкций с целью обеспечения необходимой прочности кладки стен, а также в укреплении стен в случаях их отклонения от вертикального положения. Отдельные трещины в каменных стенах, не развивающиеся во времени, ремонтируют путем заделки растворами одновременно с устранением причин, вызвавших появление этих трещин.

В местах повреждения каменной кладки сетью мелких трещин или одиночными глубокими трещинами ремонт и усиление стен осуществляют перекладкой участков стен с использованием растворов большей прочности.

Усиление простенков между проемами в стенах при реконструкции зданий производят:

- увеличением сечений простенков за счет уменьшения ширины проемов прикладкой к простенкам новой каменной кладки;
- полной или частичной перекладкой простенков;
- устройством железобетонных обойм или металлических корсетов;
- заменой каменных столбов на железобетонные колонны.

Усиление каменных перемычек в реконструируемых зданиях осуществляют, выполняя частичную или полную перекладку перемычек (при снижении их несущей способности большим числом сквозных трещин) или замену каменных перемычек на сборные железобетонные или металлические.

Повышения устойчивости каменных стен, отклонившихся от вертикали, достигают устройством специальных стальных тяжей и накладок, связывающих

в плоскостях междуэтажных перекрытий параллельные стены, одна из которых отклонилась от вертикального положения или потеряла устойчивость.

При разрушении или повреждении опорных площадок, на которые опираются балки междуэтажных или чердачных перекрытий, их усиление производят заменой поврежденной каменной кладки на новую или подведением под опорные концы балок опорных подушек.

При значительных повреждениях каменных стен восстановление их несущей способности достигается заменой каменной кладки ослабленных и поврежденных участков на новую. Известны три основных варианта перекладки участков каменных стен:

1) перекладка участков каменных стен реконструируемых зданий с полной сменой междуэтажных перекрытий?

2) перекладка каменной кладки несущих стен на отдельных участках в процессе реконструкции с сохранением опирающихся на них междуэтажных перекрытий; 3) перекладка участков каменных стен с сохранением вышерасположенной каменной кладки.

• Разборку участков каменных стен жилых и гражданских зданий в процессе их реконструкции с полной сменой междуэтажных перекрытий производят поярусно сверху вниз по мере демонтажа междуэтажных перекрытий, а устройство новой каменной кладки осуществляют снизу-вверх по мере монтажа новых междуэтажных перекрытий. При этом новую каменную кладку выполняют с системой перевязки швов, принятой в каменной кладке сохраняемых участков.

Перекладку участков каменных стен без смены в процессе реконструкции междуэтажных перекрытий производят с предварительной установкой многоярусных временных креплений для передачи на них всех нагрузок от несменяемых элементов реконструируемых зданий на период перекладки. Разборку систем временных креплений производят не ранее чем через пять суток после выполнения последнего яруса (ряда) новой каменной кладки.

Кроме того, для снятия нагрузок на деформированные (поврежденные) участки каменной кладки от вышерасположенных конструкций до начала работ по перекладке участков стен над ними укладывают разгрузочные балки с их заделкой в предварительно пробитые борозды. Длина борозд должна не менее чем на 500 мм превышать протяженность каждого перекладываемого участка. Вертикальные зазоры между разгрузочными балками и каменной кладкой заделывают пластичным цементным раствором, а зазоры между верхом разгрузочных балок и нижними поверхностями отремонтированной каменной кладки начеканивают жирным жестким цементным раствором.

- При усилении в каменных стенах путем увеличения их сечения с одной или с двух сторон усиливаемого простенка прикладывается новая каменная кладка на цементном растворе. Соединение новой кладки с существующей выполняют перевязкой швов новой и старой кладки через каждые 3—4 ряда.

В тех случаях, когда требуется выполнить полную перекладку простенков, перед началом работ производят их разгрузку, для чего в проемах, расположенных с обеих сторон простенка, устанавливают временные крепления, представляющие собой систему стоек и ригелей с подкосами. Кроме того, устанавливают временные опоры под междуэтажные (чердачные) перекрытия, нагрузку от которых воспринимают перекладываемые простенки. После снятия с ремонтируемых простенков нагрузок от перекрытий и вышерасположенной каменной кладки производят их разборку и последующую перекладку. Для повышения несущей способности простенков в каменных стенах реконструируемых зданий без увеличения их сечения каменную кладку армируют.

Если допускается уменьшение размеров проемов в стенах (как правило, в тех случаях, когда в процессе реконструкции проектами предусмотрена замена заполнений проемов), усиление простенков осуществляют устройством железобетонных обойм. Для этого после демонтажа заполнений проемов производят отбивку четвертей, устанавливают арматуру и опалубку по

периметру усиливаемого простенка и выполняют бетонирование. Для обеспечения лучшего сцепления обойм с существующей каменной кладкой в простенке через каждые 3—4 ряда кладки устраивают борозды глубиной в 1/2 кирпича.

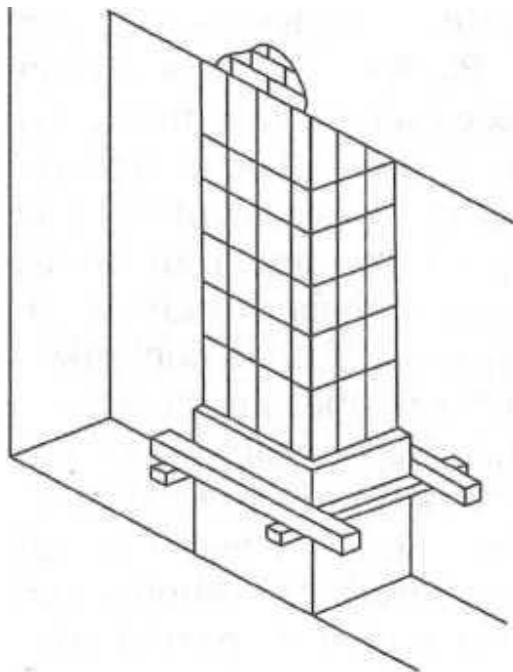
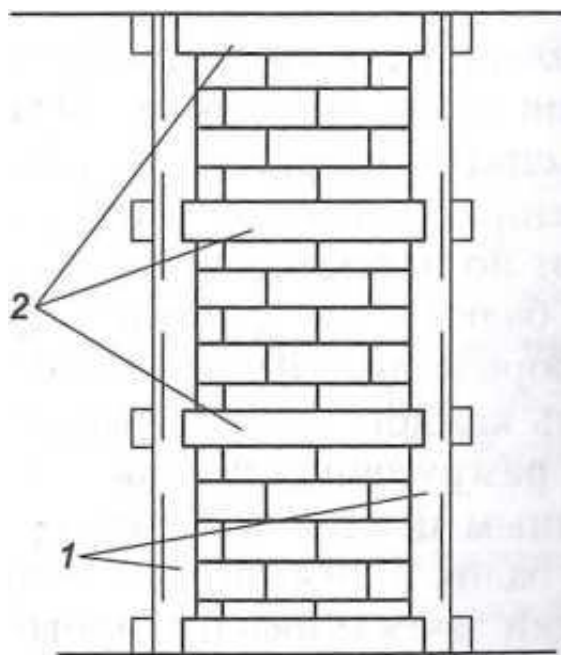


Рис. 2.8. Установка съемной опалубки для усиления кирпичной кладки простенка железобетонной обоймой



*Рис. 2.9. Усиление кирпичного простенка металлическим каркасом:
1 — накладки из полосовой стали; 2 — накладки из металлического уголка*

Еще одним методом усиления простенков является устройство металлического корсета, для чего после разгрузки усиливаемого простенка его углы срубают и на всю высоту простенка устанавливают металлические уголки. На поверхности существующей каменной кладки пробивают борозды глубиной 20...30 мм на расстоянии 300...500 мм друг от друга, в которые устанавливают стальные пластины шириной 40...60 мм. Концы пластин приваривают к ранее установленным уголкам. При необходимости к металлическим конструкциям корсета (пластинам и уголкам) приваривают стальную сетку и поверхности простенка оштукатуривают.

При потере устойчивости каменных стен реконструируемых зданий или при их отклонении от вертикального положения производят укрепление стен системой накладок из швеллерной стали и тяжей из круглой, квадратной или полосовой стали. Для этого на каждом этаже или через этаж (в зависимости от действующих или расчетных нагрузок и технического состояния каменных стен) под перекрытиями устанавливают горизонтальные тяжи, концы которых с винтовой нарезкой пропускают в заранее просверленные в каменных стенах сквозные отверстия. После этого с каждой стороны здания устанавливают накладки из швеллеров, обращенных вертикальными полками к усиливаемым стенам. Одновременно с установкой швеллеров начинают предварительное натяжение затяжек гайками, расположенными на их концах. Окончательное натяжение производят талрепами (специальными муфтами с внутренней двойной резьбой) в средней трети длины тяжей с помощью динамометрического ключа. После установки креплений и окончательного натяжения все повреждения и дефекты в каменных стенах заделывают цементным раствором, а значительно ослабленные или поврежденные участки перекладывают (рис. 8.14).

Еще одним вариантом усиления каменных стен зданий при их реконструкции является устройство на уровне каждого этажа напрягаемых поясов из арматурной стали.

При реконструкции каменных зданий допустим ремонт стен с перекладкой отдельных участков, составляющих не более 25 % суммарной площади стен здания. В тех случаях, когда необходим ремонт стен с перекладкой их участков на большей площади, рассматривают вопрос о целесообразности реконструкции данного здания.

В современной практике строительства усиление стержневых элементов конструкций производится в основном тремя методами:

- уменьшением расчётной длины стержней.
- увеличением поперечного сечения;

Усиление уменьшением расчётной длины сжатых элементов является одним из самых распространённых способов усиления металлических конструкций, увеличивающим их устойчивость и повышающим несущую способность сжатых стержней на 10–30 %.

Этот метод усиления применяется:

- при усилении сжатых элементов решётчатых ригелей и сжатых стоек;
- когда непосредственное усиление усиливаемой конструкции не представляется возможным;
- если он экономически и конструктивно целесообразен в сравнении с другими методами усиления.

Присоединение деталей усиления к усиливаемой конструкции выполняется с помощью:

- сварки;
- на болтах класса точности А, В или высокопрочных.

Технология работ при усилении конструкций под нагрузкой должна обеспечивать минимально-возможное ослабление сечений усиливаемых элементов, которое может быть вызвано нагревом при сварке или рассверловкой дополнительных отверстий. Если у усиливаемых конструкций отсутствуют данные о свариваемости стали, то для соединения элементов усиления сварку можно применять только после проведения оценки

свариваемости. Кроме того, необходимо обратить внимание на правильный порядок сварки во избежание больших усадочных напряжений и разрыва усиливаемых или рядом расположенных элементов.

При присоединении элементов усиления на болтах необходимо вести работы с минимально-возможным ослаблением усиливаемого элемента. Поэтому каждое последующее отверстие необходимо сверлить только после установки болта в предыдущее.

Уменьшение расчётной длины может быть необходимо:

- в плоскости усиливаемого конструктивного элемента;
- из плоскости.

При усилении конструкций методом уменьшения расчётных длин следует учитывать:

- действующие напряжения в элементах конструкции от существующей нагрузки (включение в работу усиливающих элементов возможно только после увеличения на усиливаемый элемент);

- восприятие усиливающими элементами в статически-определимых системах части действующей нагрузки;

- изменение расчётной схемы с внутренне статически-определимой на внутренне статически-неопределимую: в статически-неопределимых системах усилия распределяются в соответствии с жёсткостями элементов конструкции, вследствие чего при увеличении нагрузки в результате перераспределения усилий растянутые раскосы могут стать сжатыми.

Основная цель усиления колонн — увеличение несущей способности на сжатие или снятие в них сжимающих напряжений.

Усиление колонн методом уменьшения расчётной длины в общем случае может быть достигнуто:

- постановкой дополнительных связей (распорок, решёток или шпренгелей);

– подкосов. Для ограничения расчётной длины колонн в плоскости осуществляется.

Усиление и ремонт перекрытий.

В большинстве случаев основной причиной поведения реконструкции жилых и гражданских зданий старой постройки является повышенный износ конструкций междуэтажных перекрытий, смена которых является наиболее дорогостоящим и трудоемким видом работ при реконструкции. Установлено, что, сметная стоимость ремонтно-строительных работ, связанных со сменой междуэтажных перекрытий, может составлять, 1} зависимости от конструктивных схем реконструируемых зданий, их технического состояния и принимаемых технических решений, до 20 % суммы единовременных затрат на реконструкцию, а трудоемкость — до 50 % суммарных трудозатрат. , Разработано множество технических и организационно-технологических решений, широко применяемых при замене, ремонте и усилении междуэтажных перекрытий в процессе реконструкции жилых и гражданских зданий.

Курс на повышение индустриализации ремонтно-строительных I работ при реконструкции жилых и гражданских зданий предполагает расширение номенклатуры и рост объемов применения индустриальных конструкций полной заводской готовности. Именно этим обстоятельством, а также стремлением к замене в процессе реконструкции недолговечных материалов (дерево) на значительно более долговечные (металл, железобетон), к повышению степени огнестойкости зданий объясняется широкое внедрение в практику реконструкции сборных железобетонных конструкций.

Классификация сборных железобетонных элементов между-этажных перекрытий, применяемых при реконструкции зданий, следующая:

- крупнообъемные (крупноразмерные) массой 0,5...2,0 кН
- среднеобъемные (среднеразмерные), имеющие массу 0,2...0,5 кН
- мелкообъемные (мелкоразмерные) массой до 0,2 кН.

Целесообразность) применения сборных железобетонных конструкций (особенно средне- и крупноразмерных) при реконструкции зданий может рассматриваться лишь при наличии возможности установки на объектах реконструкции современных грузоподъемных механизмов. Существующее мнение, что применение для монтажа

сборных железобетонных элементов при реконструкции зданий различных строительных подъемников, лебедок, талей, самоходных кранов и т. д. оправдано, не всегда подтверждается практикой. Такие организационно-технологические решения значительно увеличивают трудоемкость ремонтно-строительных работ за счет увеличения Объемов такелажных и погрузочно-разгрузочных работ, что значительно снижает эффективность применения сборных конструкций. Поэтому оценку и выбор вариантов технических и организационно-технологических решений, предусматривающих применение при реконструкции сборных железобетонных конструкций, следует начинать. Детального и всестороннего анализа строительного генерального плана или генерального плана участка с точки зрения возможности установки современных грузоподъемных механизмов, которая бывает затруднена или невозможна в случаях, когда в монтажную зону попадают эксплуатируемые здания, проезжие части городских магистралей и проездов или расстояние между реконструируемым зданием и эксплуатируемыми зданиями и сооружениями не позволяет установить соответствующие грузоподъемные механизмы или создать необходимые условия для нормального складирования крупногабаритных конструкций в зонах действия монтажных механизмов, или расположение в городской застройке объекта реконструкции не позволяет осуществить доставку на объект и установку механизмов (габариты арок, проездов и др.), а также стесненность площадки реконструкции не позволяет осуществлять нормальную поставку на объект сборных конструкций при отсутствии сквозных проездов и разворотных площадок.

В тех случаях, когда установка соответствующих грузоподъемных механизмов не представляется возможной, принимают одно из трех технических решений производят устройство (ремонт, усиление) деревянных междуэтажных перекрытий или междуэтажные перекрытия выполняют из мелкогазобетонных сборных железобетонных элементов, а также производят устройство монолитных железобетонных перекрытий.

В случаях, когда установка башенных кранов может быть произведена без значительных затрат, после оценки всех возможных вариантов (например, по критерию удельных трудозатрат на их реализацию)

возможно принятие одного из технических решений:

деревянные междуэтажные перекрытия (устройство, ремонт, усиление);

- сборные железобетонные междуэтажные перекрытия из средне- и крупногазобетонных элементов;

- сборные железобетонные междуэтажные перекрытия из мелкогазобетонных элементов;

- сборно-монолитные железобетонные междуэтажные перекрытия; ч~ • монолитные железобетонные междуэтажные перекрытия.

Алгоритм выбора рационального варианта замены (ремонта) междуэтажных перекрытий приведен на рис. 8.15.

В ряде случаев рекомендуется использовать для устройства междуэтажных, чердачных перекрытий и покрытий при реконструкции жилых и гражданских зданий крупногазобетонные сборные железобетонные элементы. Их применение наиболее рационально в тех случаях, когда проектом предусмотрена полная замена покрытия, междуэтажных и чердачных перекрытий, что позволяет осуществлять подачу конструкций в монтажные зоны через верхние обреза стен.

При реконструкции зданий, имеющих двух и трехпролетные конструктивные схемы при толщине несущих стен из кирпича > 51 см, наиболее рациональным считается применение многопустотных панелей

перекрытий с круглыми пустотами и выпускными ребрами, однако опыт показывает, что развивать производство таких изделий для капитального ремонта и реконструкции зданий целесообразно при годовой потребности в них не менее 1000 м³.)

Вообще же применение при реконструкции зданий-крупноразмерных сборных железобетонных элементов междуэтажных перекрытий приводит к снижению приведенных затрат (в сравнении с применением мелкоразмерных конструкций) в среднем на 15...20 %, удельных трудозатрат — на 50 %, сокращению расхода стали на 5...7 %.

Необходимо отметить, что процессы, связанные с монтажом конструкций при реконструкции жилых и гражданских зданий, имеют ряд отличительных черт в сравнении с новым строительством.

Первой является значительно более низкий уровень механизации монтажных работ в сравнении с новым строительством. Это объясняется необходимостью в многократном перемещении конструкций в процессе монтажа для заводки в борозды и гнезда в несменяемых конструкциях реконструируемых зданий. Второй отличительной чертой монтажных процессов при реконструкции является их большая длительность, чем при новом строительстве, поскольку в большинстве случаев в процессе монтажа сборных конструкций в габаритах реконструируемых зданий возникает необходимость в переносе монтируемых элементов через сохраняемые внутренние и наружные стены. Для этого элементы кранами из зон складирования или разгрузки подносят к оси реконструируемого здания, поднимают над обрезами наружной стены, а затем опускают на отметку монтажного горизонта, которая может быть расположена много ниже обреза. Третья особенность заключается в необходимости выполнения комплекса трудоемких работ по подготовке фронта работ для монтажа сборных конструкций, включающего в себя пробивку штраб, гнезд, борозд в несменяемых конструкциях.

Сложности, связанные с качественным проведением предпроектных изысканий в заселенных зданиях, подлежащих в дальнейшем реконструкции, обычно влекут за собой погрешности в определении проектных размеров деталей, конструкций, элементов, изделий, предусматриваемых проектами реконструкции, что в процессе производства ремонтно-строительных работ неизбежно приводит к необходимости выполнения значительного количества непроизводительных и трудоемких работ (срубка конструкций, устройство монолитных участков в некротных местах, пробивка гнезд, борозд и т. д.). Поэтому рекомендуется после отселения здания и передачи его подрядчику производить контрольные замеры) Еще более точные результаты могут быть получены при выполнении замеров после разборки несменяемых конструкций.

В практике реконструкции жилых и гражданских зданий достаточно широко применяют варианты устройства междуэтажных перекрытий из металлических балок с заполнением плоскими железобетонными плитами.

Весьма распространенным решением при реконструкции является устройство междуэтажных перекрытий из несущих сборных железобетонных балок разного сечения и различного рода вкладышей. По конструктивным решениям железобетонные балки подразделяют на два типа: балки цельного сечения — тавровые и рельсовидные и балки составного сечения — швеллерные, Г-образные, полурельсовые.

Балками таврового сечения перекрывают пролеты до 7 м. Эти балки имеют длину 240...740 см с градацией через 100...200 мм. В зависимости от длины высота балок колеблется в пределах 180...360 мм. Основным видом вкладышей в междуэтажных перекрытиях такой конструкции являются корытообразные или пустотные железобетонные плиты толщиной 90 мм.

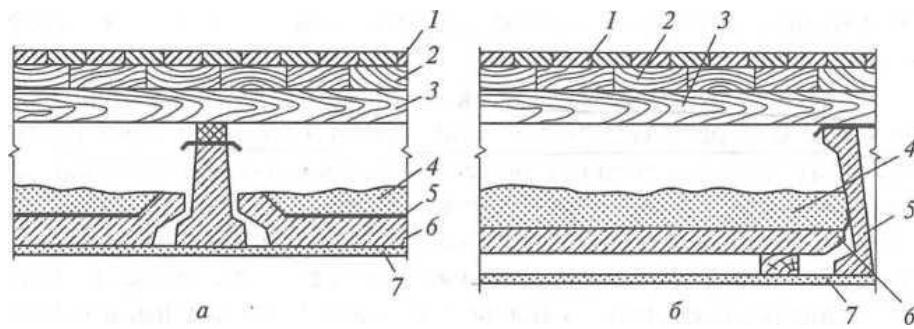


Рис. 2.10. Варианты устройства сборных железобетонных междуэтажных перекрытий балочной конструкции: а — по железобетонным балкам таврового сечения; б — то же, швеллерного сечения; 1 — паркетный пол; 2 — настил из досок $b = 40$ мм; 3 — лаги; 4 — теплозвукоизоляционная засыпка; 5 — пароизоляция; 6 — плиты-вкладыши из легкого бетона; 7 — цементно-песчаная затирка $8=10$ мм

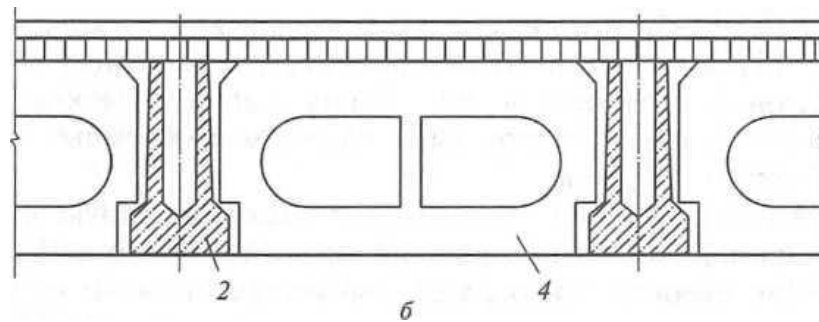


Рис. 2.11. Варианты устройства междуэтажных перекрытий из спаренных балок и железобетонных вкладышей (а) и из спаренных балок и шлакобетонных вкладышей (б)

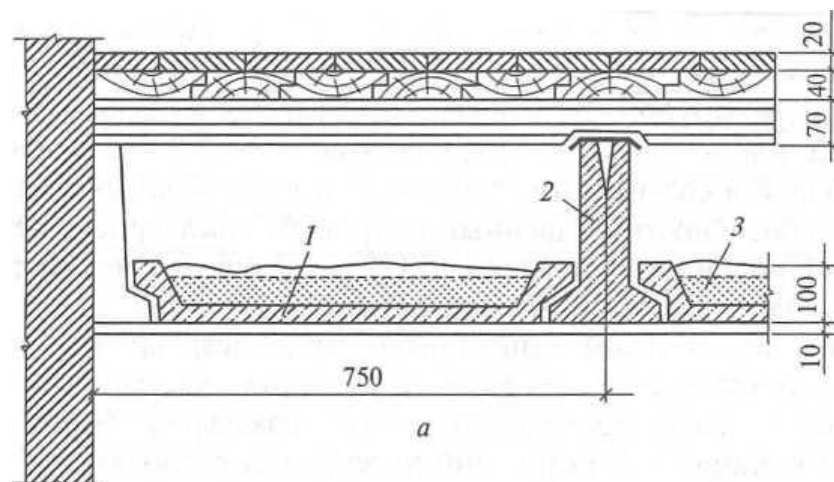


Рис. 2.12. 1 — железобетонные вкладыши корытообразного сечения; 2 — спаренные железобетонные бгики; 3 — теплозвукоизоляционная засыпка; 4 — шлакобетонные вклады

Недостатком описываемой конструкции является необходимость частого расположения балок в конструкции (через каждые 60...80 см), что влечет за

собой необходимость вырубки в несменяемых стенах сплошных штраб для их опирания. Кроме того, тавровые балки большой длины не имеют достаточной жесткости, что приводит иногда к их повреждению при транспортировке и монтаже. Увеличение жесткости балок достигается увеличением сечения сжатой зоны, что имеет место в балках рельсовидного сечения. Эти балки имеют меньшую высоту (до 320 мм). Их установку в конструкции междуэтажных перекрытий производят с шагом 80 см. Заполнение между балками выполняют вкладышами, применяемыми при устройстве перекрытий^ использованием балок таврового сечения. Недостатком такой конструкции является разновесность используемых для ее устройства элементов. Для достижения равновесности применяют конструктивные решения балочных междуэтажных перекрытий с составными балками швеллерного сечения, в которых масса полубалок сопоставима с массой вкладышей. За счет большей в сравнении с тавровыми и рельсовидными балками несущей способности спаренных полубалок швеллерного сечения шаг их установки увеличивается до 120 см, что позволяет сократить объемы трудоемких пробивочных работ.

Общим недостатком вышеописанных конструкций балочных перекрытий является необходимость расположения балок с одинаковым шагом из-за постоянной длины вкладышей. В результате этого часть опорных конструкций перекрытий располагается неизбежно над проемами, что влечет за собой необходимость в усилении перемычек, этого недостатка свободна конструкция междуэтажного перекрытия с использованием среднеразмерных сборных железобетонных элементов следующих типов: балок-настилов Т-образного сечения, пустотелых блоков, малообъемных плит и железобетонных брусков.

Балки-настилы Т-образного сечения имеют сплошную нижнюю полку шириной 500 мм при ширине опоры 120 мм. Их применение значительно сокращает объем пробивочных работ при устройстве перекрытий. Балки изготавливают длиной 450...810 см с градацией через 20 см. Высота балок

составляет 22...33 см. Пустотелые блоки выполняют длиной 270...710 см, шириной 195 см, высотой 18 см при толщине стенок 25 мм.

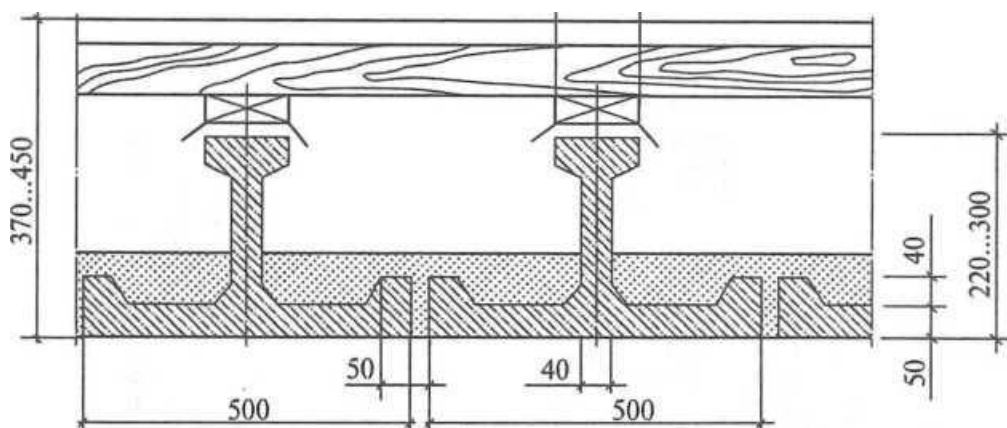


Рис. 2.13. Междуетажное перекрытие из среднеразмерных балок-настилов Т-образного сечения (поперечный разрез)

Малообъемные плиты и железобетонные бруски выпускают длиной 150...375 см с градацией через 25 см. Ширина брусков 10 см, плит — 20 см. Высота элементов в зависимости от их длины составляет 70... 100 мм. Масса блоков и брусков — 25... 100 кг, что позволяет при необходимости монтировать их вручную.

При устройстве междуэтажных перекрытий из среднеразмерных элементов их укладывают вплотную друг к другу таким образом, что в результате стыковки нижних поверхностей образуется гладкая плоскость, исключая необходимость штукатурки потолков (рис. 2.13).

В некоторых регионах практикуется устройство при реконструкции зданий сборно-монолитных железобетонных перекрытий различных конструкций. Отличительной чертой большинства технических решений при этом является наличие балок неполного сечения и вкладышей.

Балки представляют собой бруски с выпущенным арматурным каркасом (рис. 2.14). Верхнюю часть балок бетонируют непосредственно на объектах реконструкции после монтажа между ними наката. Длина балок колеблется в пределах 250...700 см. Масса балок не превышает, как правило, 1,5 кН, что допускает при необходимости их монтаж с использованием простейших приспособлений.

Вкладыши изготавливают либо корытообразного профиля, либо в виде пустотных балок (рис. 2.15). Их используют для перекрытия пролетов размером 0,6... 1,2 м. Вкладыши монтируют на края балок, выполняющих фактически в таких конструкциях функции черепных брусков, при этом ребра вкладышей являются одновременно опалубкой для устройства монолитных зон балок.

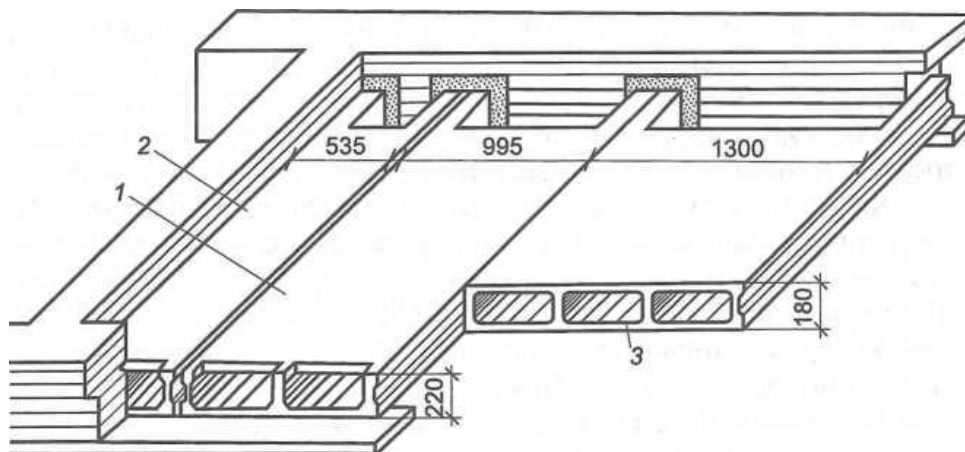


Рис. 8.14. Вариант устройства междуэтажных перекрытий из сборных железобетонных настилов с выпускными ребрами:

1—двухпустотный сборный железобетонный настил; 2—одно пустотный сборный железобетонный настил (доборный); 3—трехпустотный сборный железобетонный настил для перекрытия малых пролетов

Практика подтверждает эффективность устройства сборно-монолитных перекрытий при реконструкции жилых и гражданских зданий в тех случаях, когда сохраняются балки старых междуэтажных перекрытий. В этих случаях сохраняемые балки используют как жесткую арматуру, к которой крепится опалубка днища сборно-монолитного перекрытия.

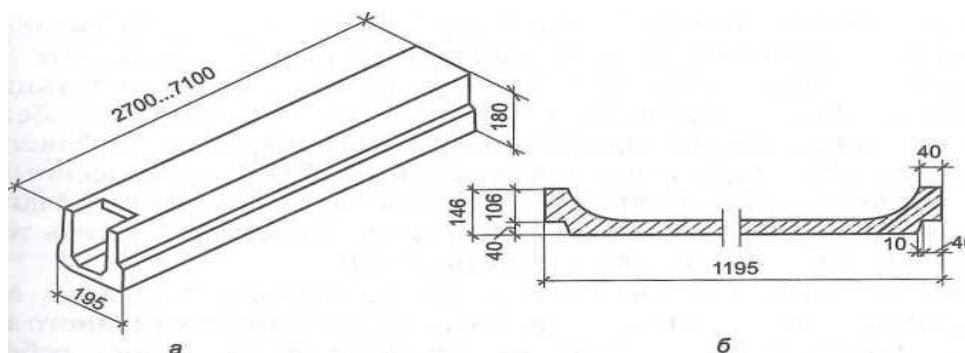


Рис. 2.15. Железобетонные вкладыши для устройства сборно-монолитных междуэтажных перекрытий:

а — пустотные бруски; б — вкладыши корытообразного сечения

При реконструкции зданий достаточно часто встречаются случаи, когда применение сборных железобетонных конструкций бывает нерационально. Так, при реконструкции зданий, имеющих в плане сложную конфигурацию, применение сборных конструкций потребует использования большого числа их типоразмеров (при малом числе деталей каждого типа), что сводит на нет саму идею повышения уровня индустриализации ремонтно-строительных работ. То же самое происходит и при реконструкции зданий с разновеликими или неповторяющимися расстояниями между простенками, на которые опираются балки монтируемых перекрытий.

В подобных случаях наиболее рациональным является устройство монолитных железобетонных междуэтажных перекрытий. Использование такого решения целесообразно также и в тех случаях, когда есть возможность сохранения максимально достижимого числа элементов существующих перекрытий. Наконец, монолитные перекрытия могут оказаться наиболее эффективными в тех случаях, когда нет возможности установить на объектах реконструкции соответствующие грузоподъемные механизмы.

Монолитные железобетонные междуэтажные перекрытия при реконструкции зданий выполняют обычно в виде ребристых или гладких конструкций, имеющих или не имеющих пустоты.

Ребристые конструкции перекрытий имеют ребра, размещенные под плитой перекрытия или над ее поверхностью. Ребристые монолитные перекрытия с ребрами, размещенными под плитой, применяют в тех случаях, когда конструктивные схемы реконструируемых зданий позволяют совмещать ребра с внутренними стенами или перегородками. В других случаях монолитные перекрытия с ребрами, обращенными вниз, как правило, не применяют, поскольку возникает необходимость в устройстве подвесных потолков, что увеличивает трудоемкость и стоимость реконструкции, уменьшая одновременно объем внутренних помещений. Удобство технического решения, предусматривающего устройство ребристых монолитных междуэтажных

перекрытий с ребрами, размещенными над поверхностью перекрытий, заключается в получении гладких потолочных поверхностей, а также в возможности разместить теплозвукоизоляцию в пределах высоты ребер.

Монолитные железобетонные междуэтажные перекрытия, выполненные в виде сплошных или пустотных плит постоянного сечения, просты с точки зрения их устройства в сравнении с ребристыми конструкциями, но значительно более материалоемки, поскольку их жесткость обеспечена только в тех случаях, когда высота плит составляет не менее $1/30$ величины перекрываемого пролета. Поэтому такие конструкции применяют при реконструкции зданий с относительно малыми пролетами.

Принципиально новым техническим решением, позволяющим сохранить при реконструкции зданий заполнение межбалочного пространства и, следовательно, значительно сократить трудоемкость и стоимость работ, является вариант устройства монолитного железобетонного перекрытия, приведенный на.

В последние годы основным техническим решением по замене междуэтажных перекрытий при реконструкции и модернизации жи-лых и гражданских зданий является устройство монолитных железо-бетонных перекрытий. Это объясняется тем, что реконструкцию и модернизацию повсеместно выполняют за счет средств инвесторов, что позволяет в целях сокращения продолжительности реконструкции применять самые современные технологии, материалы, механизмы, оборудование. Устройство монолитных междуэтажных перекрытий бесспорно является наиболее эффективным при реконструкции и модернизации зданий в сложившейся застройке, поскольку не требует установки грузоподъемных механизмов, а также увеличения площадок объектов реконструкции для размещения открытых складов сборных железобетонных конструкций.

В зарубежной практике реконструкции жилых и гражданских зданий наиболее широко при устройстве междуэтажных перекрытий используют

балочные системы с заполнением пустотелыми керамическими или бетонными блоками. При этом обычно выбирают между одним из двух технических решений: междуэтажные перекрытия по металлическим балкам с заполнением легкобетонными или керамическими плитами и сборно-монолитные железобетонные междуэтажные перекрытия с заполнением различными пустотелыми блоками.

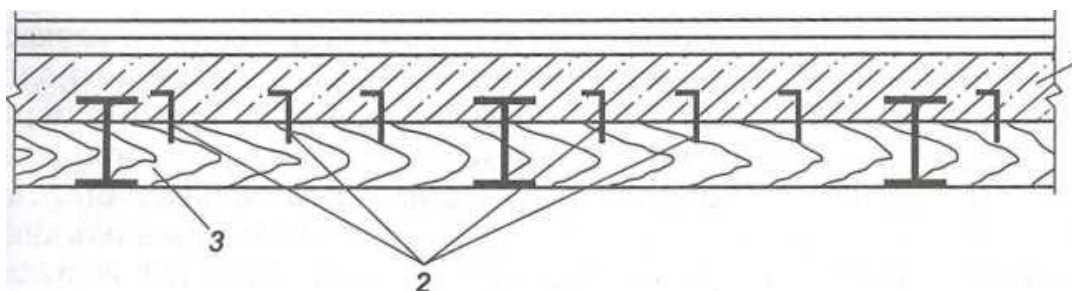


Рис. 2.16. Монолитное железобетонное междуэтажное перекрытие с сохранением существующего междуэтажного перекрытия: 1 — монолитное железобетонное перекрытие; 2 — штыри-анкеры; 3 — существующее деревянное междуэтажное перекрытие

В ряде западноевропейских стран достаточно широкое распространение получили технические решения, суть которых заключается в том, что основными элементами междуэтажных перекрытий являются типовые предварительно напряженные балки таврового сечения, а пространство между ними заполняют сводчатыми легкобетонными пустотелыми блоками.

Применение встроенных строительных систем при реконструкции зданий является одним из методов, обеспечивающих повышение надежности, долговечности и капитальности зданий. Этот метод может быть реализован в сборном, сборно-монолитном и монолитном вариантах. Отличительной особенностью его применения является то обстоятельство, что, имея самостоятельные фундаменты, встроенная система воспринимает технологические и эксплуатационные нагрузки, тем самым частично или полностью исключая их передачу на стеновые ограждения. Это позволяет осуществлять надстройку зданий независимо от несущей способности старых фундаментов и стенового ограждения, снизить объем работ по укреплению основания, усилению существующих фундаментов, сохраняемых стен.

Использование различных встроенных систем способствует созданию более рациональной планировки помещений, а применение прогрессивных материалов и технологий позволяет применять индустриальные методы производства работ. Особое место при этом отводится адаптации прогрессивных технологий для ведения работ в стесненных условиях городской застройки.

В основу метода встроенного монтажа положены конструктивные схемы с полным и неполным встроенным каркасом. Полный встроенный каркас позволяет исключить из работы ограждающие конструкции стен, что делает возможным выполнять реконструкцию не только с внутренней перепланировкой, но и надстройкой нескольких этажей. При использовании схемы неполного каркаса, когда нагрузка от ригелей передается на стеновые конструкции, возможность надстройки ограничивается несущей способностью фундаментов и сохраняемых стен. Использование полного каркаса в виде колонн, ригелей и плит перекрытий является более технологичным по сравнению с традиционными методами замены перекрытий, так как существенно снижается объем работ по устройству гнезд в стенах для опирания элементов каркаса, в меньшей степени ослабляется несущая способность стен, а в результате использования плит перекрытий различной длины обеспечивается возможность получения помещений с гибкой планировкой.

Полный встроенный каркас применяют при высоком износе наружных стен и в случае надстройки здания несколькими этажами. Использование полного встроенного каркаса позволяет превратить наружные стены в самонесущие, исключив комплекс работ по их усилению. В то же время, предусматривая отверстия в колоннах, возможно с минимальными затратами обеспечить усиление стен путем устройства стяжек и передачи части нагрузок на каркас.

Технология встроенного монтажа предусматривает в процессе реконструкции полный демонтаж существующих междуэтажных перекрытий.

Основой технологии встроенного монтажа является разбивка реконструируемого здания на технологические ячейки (захватки), которые соответствуют расстоянию между лестничными клетками или секциям реконструируемых зданий. Индексом, определяющим шаг расположения ригелей встроенного каркаса, является расстояние между осями оконных проемов, которое принимают кратным $n = 1, 2, 3, 4$. Этот параметр определяет планировочные решения и габариты свободного от промежуточных опор внутреннего объема. С увеличением n возрастает перекрываемая площадь, увеличиваются длина плит перекрытий, их сечение и полезные нагрузки.

Технология встроенного монтажа предусматривает поточные методы ведения работ. При конструктивно-технологической схеме неполного каркаса без надстройки этажей можно выделить четыре технологических потока:

- устройство фундаментов под средний ряд колонн;
- подготовка опор под ригели;
- монтаж колонн, ригелей, стенок жесткости и плит перекрытия;
- монтаж санитарно-технических кабин, лифтовых шахт, вентиляционных блоков, лестничных маршей и площадок.

Технологическая последовательность выполнения работ предусматривает отдельный метод монтажа колонн с использованием кондукторных систем для выверки и временного крепления и комбинированный — для монтажа ригелей и плит перекрытия. Ведущим процессом является монтажный цикл, поэтому вспомогательные процессы подчинены ритму работ ведущего потока.

Состав работ по устройству встроенного каркаса включает установку колонн, поярусный монтаж ригелей и плит перекрытия, сварку закладных и крепежных деталей, устройство стыков колонн, установку опалубки стыков и их бетонирование, заделку швов плит раствором, оштукатуривание примыкания ригелей.

При выборе монтажных механизмов и других средств механизации следует учитывать максимальную массу монтируемых элементов, вылет стрелы

и высоту подъема крюка. Наиболее рациональным является вариант, когда средние массы монтируемых элементов приблизительно одинаковы. Это позволяет более рационально использовать грузоподъемность крана.

Ремонт кровель жилых зданий.

Покрытия зданий состоят из несущих и ограждающих элементов. Ограждающим элементом покрытий являются кровли, выполняемые из рулонных и листовых материалов. Обязательным элементом покрытий является утепляющий слой, позволяющий уменьшить теплопотери через покрытия, а также пароизоляция, предохраняющая утепляющие слои от увлажнения водяными парами, поступающими из внутренних помещений зданий.

Покрытия подразделяют на чердачные и бесчердачные. Бесчердачные покрытия в свою очередь делят на вентилируемые и невентилируемые.

По размерам уклонов покрытия подразделяют нежадные (с уклонами более 5 %) и пологоскатные или плоские (с уклонами менее 5 %). Кровли скатных покрытий выполнены в подавляющем большинстве случаев из металла, а кровли пологоскатных покрытий — из рулонных кровельных материалов или мастик и эмульсий. Последний тип кровли получил название безрулонной.

Ремонт скатных крыш заключается в ремонте несущих конструкций покрытий и ремонте кровель

Основными дефектами несущих конструкций являются нарушения соединений в сопряжениях стропил, разрушение гидроизоляции, отделяющей мауэрлат от каменных конструкций, прогибы. Стропильных ног, обрешетки и других элементов покрытий. Основные дефекты металлических кровель — ослабление соединений гребней и фальцев, наличие одинарных фальцев в водоотводящих устройствах, коррозия, пробоины, свищи, разрушение или повреждение окрасочного или цинкового защитного слоя.

Ремонт несущих конструкций скатных крыш включает в себя ремонт или замену отдельных балок чашечного перекрытия, смену наката на отдельных

участках, восстановление глиняной смазки по накату или устройство взамен глиняной смазки новой пароизоляции, рыхление, сушку, частичную или полную замену теплоизоляционной засыпки по чердачному перекрытию, ремонт стропильных конструкций.

Замену и ремонт балок производят в строгом соответствии с проектной документацией, выполненной на основании технического обследования несущих конструкций крыши со вскрытием конструкций и отбором проб древесины. Все деревянные конструкции, применяемые при ремонте, должны быть антисептированы)

Для замены (усиления) концов балок под ремонтируемым участком устанавливают подмости и подводят под ремонтируемые и смежные с ними балки временные крепежные стойки. Чердачное перекрытие на ремонтируемом участке очищают от теплоизоляционной засыпки, снимают накат и удаляют поврежденные участки балок. Сохраняемые части балок наращивают боковыми накладками, накладками сверху («надбалками») или металлическими протезами, после чего восстанавливают накат, паро- и теплоизоляцию.

Ремонт металлической кровли включает в себя ремонт отдельных участков со сменой до 10 % покрытия; ремонт (частичную замену) карнизных свесов, настенных и подвесных желобов, водо-сточных труб; ремонт покрытий брандмауэров, парапетных стенок, воротников и оголовков дымовых и вентиляционных труб; укрепление парапетов, выступающих элементов; заделку примыканий кровли к выступающим элементам и конструкциям. Далее осуществляют оправку фальцев (гребней) стальной кровли с промазкой тиоколовой мастикой или суриковой замазкой, покраску стальной кровли и водоотводящих устройств.

При ремонте металлической кровли часто требуется частичная или полная смена настенных желобов и разжелобков. Эти элементы кровли укладывают со значительно меньшими уклонами, чем рядовое покрытие, что влечет за собой ускоренную коррозию.

В рядовых полосах металлических кровель листы (картины) заменяют в тех случаях, когда повреждения на них (пробоины, свищи) расположены равномерно по всему листу (картине). Если повреждения находятся на части листа, а остальная его часть — в удовлетворительном состоянии без видимых дефектов и повреждений, то заменяют только поврежденную часть на всю ширину полосы. Для этого раскрывают гребни и из полосы вырезают поврежденный участок. Затем на нижнем и верхнем концах полосы отгибают кромки под лежащие фальцы по стоку воды и на место удаленной части полосы укладывают заплату, которую сначала соединяют с верхней и нижней частями рядовой полосы, а затем — с гребнями. Таким же образом в рядовой полосе заменяют целый лист или картину. Все поперечные соединения заплат и листов в полосах следует выполнять на брусках обрешетки.

Нарушившиеся в процессе эксплуатации фальцы и гребни следует выправить, промазать герметиком или суриковой замазкой и I окрасить.

Наиболее распространенными повреждениями рулонных кровель являются вздутия, разрывы, пробоины, расслоения рулонного ковра, местные просадки, растрескивания и разрушения кровельного и защитного слоев.

Дефекты оснований (местные просадки, обратные уклоны и др.) следует устранять до начала работ по ремонту (замене) рулонного ковра. Ремонт рулонного ковра рекомендуется ремонтировать в сухую погоду при температуре наружного воздуха не ниже + 5 °С. При необходимости ремонтные работы могут производиться и при неблагоприятных погодных условиях, но в этих случаях требуется устройство защитных временных укрытий (тепляков, шатров), что резко удорожает стоимость ремонтных работ.

Для ремонта рулонных кровель применяют, горячие битумные мастики ДМБК-Г-65, МБКГ-Г-75 и др.) и горячие резинобитумные мастики (МБР-Г-65, МБР-Г-85 и др.). Марки мастик и условия их применения (температура разогрева, температура нанесения) определяются проектом.

При ремонте рулонных кровель ремонтируемые участки тщательно очищают от грязи и старой мастики и просушивают. Вздутия разрезают «конвертом», отворачивают углы и просушивают, после чего приклеивают их горячей мастикой. Сверху на места разрезов наклеивают заплаты из рулонного кровельного материала, перекрывая разрезы на 100 мм в каждую сторону.

При расслоении рулонного ковра отслоившиеся полотнища заменяют новыми.

2.2.11. Аварийные охранно-предупредительные мероприятия угрозы возможного обрушения элементов конструкций.

В процессе эксплуатации конструкций не допускается изменять конструктивную схему здания (сооружения). Строительные конструкции необходимо предохранять от перегрузки, в том числе носящей кратковременный характер.

Необходимо обеспечить условия эксплуатации, при которых несущие конструкции не снижают своих первоначальных свойств, предусмотренных при их проектировании и приведенных в СП 15.13330, СП 16.13330, СП 63.13330, СП 64.13330 и других сводах правил для каменных и армокаменных, стальных, бетонных и железобетонных, деревянных конструкций и других видов несущих строительных конструкций соответственно.

При общем мониторинге технического состояния проводят измерения динамических параметров основного тона собственных колебаний здания (сооружения) по ГОСТ 34081.

Средства измерения динамических параметров устанавливают на несущих конструкциях последнего (технического или эксплуатируемого) этажа в каждом подъезде для жилых многоквартирных домов, и вблизи каждой лестничной шахты для остальных видов зданий (сооружений) постоянного, длительного или временного пребывания людей. Места установки

(измерительные пункты) средств измерения динамических параметров не должны препятствовать эвакуации людей из здания (сооружения).

Если по результатам измерения значений текущих динамических параметров здания (сооружения), категория технического состояния которого не ниже работоспособной, их изменения не превышают первоначальные на 10%, то категорию технического состояния здания (сооружения) считают неизменной.

Если по результатам измерения значений текущих динамических параметров их изменения превышают первоначальные на 10%, то для установления категории технического состояния необходимо техническое обследование по ГОСТ 31937.

По результатам общего мониторинга технического состояния зданий (сооружений) в соответствии с ГОСТ 31937 составляется заключение по этапу общего мониторинга технического состояния зданий (сооружений).

При оценке технического состояния несущих конструкций предельно допустимые перемещения элементов конструкций следует принимать по СП 20.13330, предельные деформации основания - по СП 22.13330, предельную ширину раскрытия трещин в железобетонных конструкциях - по СП 28.13330, СП 63.13330, если иное не предусмотрено проектом.

В случае выявления недопустимых дефектов, повреждений и негативных процессов в несущих конструкциях должны быть приняты соответствующие неотложные меры к аварийным конструкциям.

Степень опасности и меры по устранению дефектов, повреждений и негативных процессов в строительных конструкциях следует определять на основе поверочных расчетов в соответствии с требованиями действующих нормативных и инструктивных документов с привлечением специализированных организаций.

Для ликвидации обнаруженных дефектов следует шире использовать современную технологию и материалы, такие как композитные, полимерные, с организацией поэтапного контроля качества выполнения работ.

При обнаружении во время проведения обследований или осмотров повреждений конструкций, которые привели или могут привести к резкому снижению несущей способности, обрушению отдельных конструкций или нарушению нормальной работы оборудования, кранов, которые могут привести к потере устойчивости здания (сооружения), следует немедленно информировать об этом ответственного за эксплуатацию или собственника здания (сооружения), а в экстренных случаях должны быть даны указания о необходимости эвакуации людей.

Замену или модернизацию технологического оборудования, вызывающую изменение силовых воздействий, степени или вида агрессивного воздействия на строительные конструкции здания (сооружения), проведение работ по демонтажу оборудования, переналадке технологических коммуникаций следует проводить только по специальным проектам.

При работе напольного транспорта или других подъемно-транспортных средств необходимо предусматривать мероприятия, предохраняющие строительные конструкции от ударов и других механических воздействий.

Необходимо учитывать возможность негативного воздействия повышенных температур при эксплуатации бетонных и железобетонных конструкций, выполненных из обычного тяжелого или легкого бетона и подвергающихся систематическому нагреву от повышенных (более 50°C) технологических температур.

При эксплуатации строительных конструкций возможно воздействие низких температур, возникающих в процессе замораживания или хранения замороженных продуктов питания, а также в процессе получения или использования материалов с отрицательной температурой (ледяное покрытие спортивных сооружений).

В охлаждаемых зданиях (сооружениях), помещениях с полами на грунте необходимо предусмотреть мероприятия по защите основания от промерзания в соответствии с СП 109.13330.

Железобетонные конструкции следует предохранять от воздействия проточной воды, кислот, щелочей, масел, эмульсий, нефтепродуктов и других агрессивных по отношению к бетону или арматуре жидкостей, а также концентрированных растворов веществ, кристаллизующихся при испарении растворов.

Металлические конструкции должны быть обеспечены надежной антикоррозионной защитой, которая осуществляется, прежде всего, нанесением защитных лакокрасочных покрытий. Значительные повреждения антикоррозионного покрытия необходимо восстанавливать по специально разработанному проекту.

При эксплуатации зданий (сооружений) с металлическими конструкциями и особенно с канатными элементами антикоррозионная защита должна быть обеспечена выполнением следующих условий:

- правильный выбор антикоррозионного покрытия;
- доступ к опасным местам, в первую очередь к концевым участкам и местам перегиба канатов;
- эффективная вентиляция опасных мест;
- организация отвода воды от наиболее ответственных узлов.

Деревянные конструкции должны быть открытыми, хорошо проветриваемыми, по возможности доступными во всех частях для осмотра, профилактического ремонта, возобновления защитной обработки древесины и т.д. В помещениях с деревянными конструкциями необходимо содержать в исправном состоянии устройства для их вентилирования (слуховые окна, каналы, решетки и т.п.), принимая меры для дополнительного вентилирования и просушки древесины в случае ее увлажнения в соответствии с требованиями СП 64.13330.

При осмотре фасадов особое внимание следует уделять безопасности людей при неудовлетворительном техническом состоянии выступающих конструктивных элементов фасадов (балконов, эркеров, козырьков, карнизов, лепных архитектурных деталей и др.).

Для устранения угрозы возможного обрушения элементов конструкций следует незамедлительно выполнять охранно-предупредительные мероприятия - установку ограждений, сеток, прекращение эксплуатации балконов, демонтаж разрушающейся части элемента и т.д.

Деформации грунтов оснований и дефекты фундаментов, как правило, следует устанавливать в процессе осмотров надземных строительных конструкций. При этом необходимо учитывать, что признаками деформации грунтов и дефектов фундаментов являются смещения по вертикали, трещины, наклоны или перекосы конструкций и элементов здания (сооружения).

Предельные деформации основания принимают в соответствии с требованиями СП 22.13330.

При появлении признаков неравномерных осадок фундаментов необходимо выполнить осмотр здания (сооружения), установить маяки на трещины, организовать геодезический мониторинг, принять меры по выявлению причин деформаций и их устранению.

Если после устранения нарушений правил содержания строительных конструкций (проникновения технологических или хозяйственных вод в грунт, перегрузок строительных конструкций или поверхности грунта около стен здания, неисправности систем дренажа и водопонижения и т.д.) повреждения продолжают развиваться, для определения причин их появления и мер по предотвращению разрушения строительных конструкций необходимо проведение технического обследования здания (сооружения) и грунтов его основания специализированной организацией

При эксплуатации подвалов необходимо обеспечить, чтобы подвальные помещения были сухими, имели освещение и вентиляцию, а также сохраняли

требуемый в зависимости от функционального назначения помещений температурно-влажностный режим.

Повышенную влажность в подвальных помещениях необходимо ликвидировать путем выполнения работ по гидроизоляции стен и полов подвала и/или устройства системы дренирования. Постоянная откачки воды из подвала, способная привести к нарушению гидрогеологических характеристик основания, не допускается.

В целях исключения проникновения шума в жилые помещения от инженерного оборудования, расположенного в подвале, должны быть выполнены мероприятия, снижающие уровень шума [звукоизоляция помещения, установка фундамента насосов на виброоснование, установка вибровставок на напорном трубопроводе, изоляция мест пересечения трубопроводов с конструкциями зданий (сооружений)].

Состояние лакокрасочных, мастичных, оклеечных, облицовочных и других защитных покрытий строительных конструкций, подвергающихся химически агрессивным воздействиям, должно постоянно контролироваться и восстанавливаться в кратчайшие сроки в соответствии с указаниями СП 28.13330 либо рекомендациями специализированной организации.

При появлении агрессивных грунтовых вод или повреждениях антикоррозионной защиты подземных строительных конструкций необходимо с привлечением специализированной организации разработать мероприятия по защите фундаментов, стен подвалов или других подземных строительных конструкций от разрушения.

Гидроизоляция фундаментов под оборудование должна быть непрерывной и единой с гидроизоляцией пола, обеспечивающей непроницаемость при возможных проливах жидкостей на пол или фундаменты. В случае крепления оборудования к фундаменту с помощью анкеров необходимо заделывать зазоры между анкером и защитной облицовкой химически стойким к данной среде материалом.

2.2.12. Методы устранения недопустимых дефектов, соответствующие неотложные меры к аварийным конструкциям.

Под аварийным состоянием подразумевается такое состояние конструкции здания или сооружения, при котором с большой степенью вероятности можно ожидать в ближайшее время их аварию.

Предаварийным состоянием будем называть такое состояние конструкции, когда в случае продолжения неблагоприятных воздействий (неравномерных осадок фундаментов, перепадов температуры, агрессивной среды и т. п.) может наступить авария конструкции.

Авария строительных конструкций может произойти из-за наличия в них скрытых дефектов, в результате хрупкой работы конструкции, когда разрушение происходит без предварительных сильных деформаций. В этом случае установить факт наличия аварийного состояния конструкции очень трудно.

Однако в большинстве случаев аварии конструкции предшествуют развитие больших деформаций, появление и раскрытие трещин и др. видимые признаки аварийного состояния.

Наряду с визуальным и визуально-инструментальным обследованием для установления аварийности конструкции обычно производят поверочные расчеты конструкции. При поверочных расчетах об аварийном состоянии конструкции судят по степени превышения расчетной нагрузки значения расчетной несущей способности конструкции с учетом выявленных в ней дефектов.

В существующих нормах проектирования принято следующее положение если какое-либо сечение конструкции достигло первой группы предельных состояний, то это предельное состояние наступает и во всей конструкции. В отношении аварийного состояния это справедливо для статически определяемых систем. В статически неопределяемых системах достижение в

каком-либо одном сечении предельного состояния обычно не связано с обрушением конструкции. Это также должно быть учтено при решении вопроса о признании состояния конструкции аварийным.

Анализ результатов обследования и поверочных расчетов позволяет дать достоверный ответ на вопрос, является ли состояние конструкции аварийным.

При этом можно встретить следующие случаи:

- Обследование конструкций выявляет признаки, по которым можно судить, что конструкция находится в аварийном состоянии. То же подтверждают и поверочные расчеты.
- Обследование выявляет признаки аварийного состояния конструкции, но поверочные расчеты это не подтверждают.
- Результаты поверочных расчетов говорят о наличии аварийного состояния конструкции, а обследование признаков такого состояния не обнаруживает.

В первом случае, бесспорно, следует считать, что имеет место аварийное состояние конструкции.

Во втором случае следует проанализировать поверочные расчеты, а именно: учтено ли при их выполнении влияние выявленных дефектов строительных конструкций, правильно ли принята расчетная схема.

Если при поверочных расчетах ошибок не сделано, то не имеется достаточных оснований считать состояние конструкций аварийным. В зависимости от вида конструкции и выявленных дефектов в ряде случаев можно признать такое состояние конструкций предаварийным.

В третьем случае нужно еще раз обследовать конструкцию и, если при этом не будет выявлено признаков аварийности, то не появится и оснований для утверждения об аварийном состоянии конструкции. Очень часто встречаются случаи, когда разрушающая нагрузка значительно превосходит несущую способность конструкции, подсчитанную по действующим нормам.

Следует отметить, что правильность утверждения об аварийном состоянии конструкции в очень сильной степени зависит от квалификации лица, делающего такое заключение.

В ряде пособий, инструкций по обследованию строительных конструкций рекомендуется при снижении несущей способности конструкции более чем на 50% считать такое состояние конструкций аварийным или даже полным разрушением.

По этому поводу следует заметить, что аварийное состояние зависит не только от несущей способности конструкции (степени снижения предусмотренной проектом несущей способности), но и от усилий, вызванных внешним воздействием. Что касается обрушения конструкции, то оно может произойти и при меньшем снижении ее несущей способности. Когда конструкция обрушилась, то она полностью исчерпала свою фактическую несущую способность

Признаки аварийного состояния грунтового основания.

Аварийным состоянием грунтового основания является такое его состояние, когда конструкции здания или сооружения, опирающиеся на это основание, находятся в аварийном состоянии по причине неудовлетворительной работы основания.

Следовательно, об аварийности грунтового основания судят по состоянию конструкций, опирающихся на него.

Нормы проектирования оснований зданий и сооружений ограничивают относительную разность осадок, среднюю и максимальную осадку фундаментов. При превышении этих деформаций предельных значений в конструкциях, опирающихся на основание, следует ожидать появления трещин. Однако не всегда при этом наступает аварийное состояние конструкций зданий и сооружений. Во многих случаях происходит лишь нарушение нормальных условий эксплуатации.

Естественное основание, если исключить стихийные бедствия (землетрясение, оползни), может прийти в аварийное состояние в случаях, когда:

- при проектировании здания или сооружения неправильно оценены прочностные и деформативные свойства грунтов основания;
- нарушена технология котлованных работ;
- допущено замораживание пучинистых грунтов;
- нарушены правила эксплуатации зданий и сооружений.

Признаки аварийного состояния фундаментов.

Аварийное состояние фундаментов наступает из-за неудовлетворительной работы грунтового основания или из-за недостаточной прочности тела фундаментов.

При неудовлетворительной работе грунтового основания в фундаменте образуются сквозные трещины, они обычно сильно раскрыты, редко расположены, пересекают фундамент по всей высоте и заходят в стены.

Эти трещины не всегда приводят к аварийному состоянию надземных конструкций. Трещины вызывают перераспределение усилий по длине фундаментов, что может привести к перегрузке отдельных участков фундаментов и их разрушению. Это обычно сопровождается и местными разрушениями тела фундамента у перемычек над проемами. В местах перегрузки образуются слабо раскрытые часто расположенные вертикальные трещины и наблюдается вертикальное расслоение тела фундамента. Последнее определяется при простукивании вертикальных поверхностей фундаментов. В местах расслоения звук при простукивании глухой. Такое состояние участков фундаментов следует считать аварийным.

При недостаточной прочности тела фундаментов в них также появляются часто расположенные слабо раскрытые трещины и наблюдается вертикальное расслоение. Это аварийное состояние.

Появление трещин в стенках фундаментов стаканного типа под отдельные колонны, отсутствие должного омоноличивания стыка колонны с фундаментом следует признать аварийным состоянием фундамента, так как в этом случае не обеспечивается предусмотренная проектом заделка колонны в фундаменте, что приводит к увеличению усилий в отдельных элементах каркаса.

В практике обследования имеется случай, когда в полностью смонтированном двухэтажном каркасном здании заделка колонн в фундамент осуществлялась только с помощью временных деревянных клиньев без бетона омоноличивания.

При реконструкции здания, когда производят углубление подвалов, не всегда обращают внимание на конструкцию фундаментов. В домах постройки прошлых веков часто нижняя часть фундамента выполнялась из камней округлой формы враспор со стенками траншеи без применения связующего раствора. Углублять пол при этом ниже верха такой кладки недопустимо.

При реконструкции двухэтажного дома в Ленинградской области, имевшего подобный фундамент, вместо полупроходного подполья решили сделать эксплуатируемый подвал. При этом на большую высоту обнажили кладку из камней округлой формы.

Камни начали выпадать из кладки фундамента. Стены, опирающиеся на этот фундамент, получили большие деформации, перекрытия просели, перегородки упали. Вовремя не были приняты меры для укрепления стен и фундаментов, участки стен начали обрушаться, и здание пришлось разобрать полностью. В данном случае первый же вывалившийся из фундамента камень был достаточно достоверным признаком аварийного состояния фундамента.

От момента вывала первых камней до обрушения стен прошло несколько лет.

Признаки аварийного состояния железобетонных конструкций.

В соответствии с положением норм проектирования железобетонных конструкций /35/ предельное состояние по прочности наступает в сечении

сжатых, сжатоизогнутых и изгибаемых железобетонных элементов тогда, когда деформации в наиболее сжатых волокнах достигают предельных значений. Это считается разрушением сечения элемента. В полностью растянутых сечениях предельное состояние наступает тогда, когда напряжение в арматуре достигает расчетных сопротивлений арматуры растяжению. В статически определяемых изгибаемых, внецентренно сжатых и внецентренно растянутых элементах при больших эксцентриситетах достижение напряжений в растянутой арматуре значений расчетных сопротивлений (физического или условного предела текучести) неминуемо приведет к разрушению сечения элемента при небольшом увеличении нагрузки. В статически неопределяемых элементах в этом случае произойдет образование пластического шарнира, что вызовет перераспределение усилий между опорными и пролетными сечениями элемента.

Наличие трещин в консоли колонны обычно является признаком большой перегрузки консоли и грозит обрушением конструкции, опирающейся на нее. Поэтому колонна с трещинами в консолях является аварийной. Отклонение колонны от вертикали, допущенное в процессе монтажа, не всегда служит показателем ее неудовлетворительной работы.

При надежной связи отклонившейся колонны с перекрытиями и хорошим омоноличиванием последних ее деформация в горизонтальном направлении возможна только при деформации всего температурно-усадочного блока, т.е. дополнительное усилие от наклона колонны будет распределяться между всеми колоннами температурно-усадочного блока.

Если же отклонение колонны от вертикали произошло в процессе эксплуатации здания и сопровождается неравномерной осадкой фундаментов, то это может свидетельствовать о приближении аварии здания и требует немедленного освидетельствования состояния всех примыкающих к отклоненной колонне конструкций. Нарушение целостности стыков сопряженных элементов является признаком аварийного состояния

отклонившейся конструкции и элементов, опирающихся на нее. В процессе эксплуатации здания или сооружения железобетонные конструкции могут получить различные повреждения. Чаще всего повреждения бывают механического или физико-химического характера.

В результате механических ударов по поверхности конструкции могут произойти местные повреждения бетона и арматуры. Сколы бетона наиболее опасны в сжатой зоне элемента. При ударе возможны повреждения арматуры в виде ее деформации или уменьшения размеров поперечного сечения.

Если при ударе образовалось искривление арматурного стержня с отслоением защитного слоя, то происходит снижение предельного усилия, которое может воспринять деформативный стержень.

Эксперименты показали, что при наличии одностороннего повреждения растянутой арматуры, разрушение железобетонных элементов происходит с разрывом поврежденной арматуры при относительно небольших деформациях элементов.

Отсюда следует вывод: односторонние повреждения растянутой арматуры свидетельствуют об аварийном состоянии железобетонной конструкции.

Признаки аварийного состояния каменных конструкций.

О большой перегрузке элементов каменной кладки можно судить по наличию в них трещин. Трещины могут быть видимые, выходящие на поверхность кладки, и невидимые - внутреннее расслоение. Однако не все трещины в кладке свидетельствуют о ее перегрузке. Трещины в каменной кладке могут появляться также в результате неравномерной осадки фундаментов и температурного воздействия.

При неравномерной осадке фундаментов и температурном воздействии в результате перераспределения усилий между элементами кладки может произойти перегрузка отдельных элементов с образованием в них трещин силового происхождения.

Наступление аварийного состояния каменной кладки в связи с ее перегрузкой соответствует третьей стадии напряженно-деформированного состояния кладки. Эта стадия характеризуется появлением часто расположенных вертикальных трещин, имеющих небольшое раскрытие и проходящих через вертикальные швы кладки и несколько рядов камня.

Трещины, выходящие на наружную поверхность каменного элемента, обычно сопровождаются внутренним расслоением кладки. Это можно установить при простукивании каменного элемента. Если есть его внутреннее расслоение, то при ударе по поверхности кладки слышен глухой звук. Как говорят строители, кладка при этом "бухтит".

Внутреннее расслоение кладки часто приводит к выпучиванию наружной версты кладки.

При отклонении участков стены или столба от вертикали с отрывом его от соседних элементов стен, вызванном неравномерной осадкой фундаментов, в случае, когда стабилизации осадки не произошло, появляется опасность обрушения отколовшихся элементов каменной кладки. Это является аварийным состоянием кладки.

Опасным является появление трещин в кладке под концами балок, прогонов, перемычек больших пролетов или под опорными подушками /рис. 10/. При этом появляется возможность обрушения элемента, опирающегося на кладку. Это аварийное состояние элемента.

При недостаточном опирании плит перекрытий на стены может произойти скол кладки под концом плиты, а также продергивание арматуры плиты на опоре. При отсутствии видимых признаков разрушения кладки под концом плиты и наклонных трещин в плите состояние плиты следует считать предаварийным. В случае увеличения нагрузки на плиту она может обрушиться.

Трещины в кладке, вызванные неравномерной осадкой фундаментов, температурным воздействием, а также отсутствие перевязок продольных и

поперечных стен приводят к снижению пространственной жесткости здания. Это предаварийное состояние здания. В случае появления значительных горизонтальных усилий может произойти обрушение конструкций. Поэтому пространственную жесткость здания всегда нужно восстановить.

Известны случаи обрушения отдельно стоящих кирпичных стен, не раскрепленных перекрытиями и стенами перпендикулярного направления от действия ветровой нагрузки. Это может произойти при нарушении технологии возведения новых стен или разборки старых.

Признаки аварийного состояния стальных конструкций.

При обнаружении таких дефектов стальных конструкций, как общий и местный изгиб стального элемента, местное ослабление сечения, коррозия стали, для определения состояния стального элемента нужно выполнить расчеты прочности с учетом выявленных дефектов.

Однако в ряде случаев и без выполнения поверочных расчетов можно сделать вывод о наличии аварийного состояния стальных конструкций. Наличие трещин в сварных швах, в околошовной зоне, поперечных трещин в растянутых элементах, а также трещин, идущих от заклепочных отверстий, является бесспорным признаком аварийного состояния конструкций.

Часто причиной аварий стальных конструкций является потеря местной устойчивости в узлах сопряжения.

Любая местная деформация в узлах сопряжения стальных элементов является признаком аварийного состояния конструкции.

Иногда при устройстве внутренних стен и перегородок они пересекают конструкции перекрытий и покрытий без оставления необходимых зазоров в местах их пересечений.

Признаки аварийного состояния деревянных конструкций.

Обрушение деревянных конструкций чаще всего происходит из-за низкого качества стыков этих элементов. Бесспорным признаком аварийного состояния растянутых стыков является наличие продольных трещин у нагелей и гвоздей.

При этом происходит исключение из работы нагелей или гвоздей, рядом с которыми возникли трещины.

Опасным для конструкции является скалывание площадки в лобовой врубке. В этом случае все усилие в примыкающем элементе будет передаваться на стяжной болт, это усилие вызовет изгиб болта и смятие древесины в обоих сопряженных элементах.

При отсутствии стяжного болта в лобовой врубке состояние деревянной конструкции следует считать предаварийным, так как в случае скалывания по какой-либо причине площадки врубки произойдет обрушение конструкции.