СОДЕРЖАНИЕ

1. Причины, вызывающие необходимость укрепления надземных строительных конструкций, оснований и фундаментов…… 3
1.1 Факторы, приводящие к необходимости укрепления оснований и фундаментов…… 3
1.2 Ошибки при проектировании, возведении и эксплуатации фундаментов…… 3
1.3 Развитие недопустимых деформаций…….. 4
1.4 Повреждение фундаментов…… 5
1.5 Увеличение нагрузок на фундаменты…….. 7
1.6 Классификация дефектов и повреждений строительных конструкций зданий и сооружений……. 8
1.7 Дефекты и повреждения железобетонных конструкций…… 11
1.8 Дефекты и повреждения каменных конструкций…… 12
1.9 Дефекты и повреждения металлических конструкций…… 14
1.10 Дефекты и повреждения деревянных конструкций…….. 17
2. Задачи и виды обследований конструкций и сооружений. Современные методы обследования. Мониторинг состояния строительных конструкций зданий и сооружений……. 27
2.1 Требования к зданиям и сооружениям в соответствии с нормативно-техническими документами при их проектировании, возведении, эксплуатации, реконструкции…… 27
2.2 Классификация видов обследований зданий и сооружений, конструктивных элементов и их моделей. Особенности решаемых задач. Общие требования к проведению обследований…… 29
2.3 Категории технических состояний строительных конструкций…… 32
2.4 Анализ результатов частных видов обследования……. 36
2.5 Выполнение поверочных расчетов…….. 38
2.6 Состав работ и порядок проведения инженерного обследования для составления технического заключения…… 43
2.7 Мониторинг состояния строительных конструкций зданий и сооружений…… 47
3. Методы восстановления и усиления оснований и строительных конструкций зданий и сооружений……. 54
3.1 Общие данные……. 54
3.2 Классификация методов восстановления и усиления строительных конструкций…… 58
3.3 Общее укрепление несущей системы здания или сооружения……. 59
3.4 Повышение жесткости надземной части здания……. 60
3.5 Укрепление каркасных зданий…….. 61
3.6 Укрепление бескаркасных зданий……. 63

3.7 Приспособление зданий к внешним воздействиям……. 64
3.8 Восстановление и усиление конструкций и их элементов……. 65
3.9 Усиление увеличением сечения……. 66
3.10 Усиление изменением конструктивной схемы…….. 67
3.11 Усиление регулированием напряжений…… 69
4. Составление научно–технической документации по результатам выполненного восстановления или усиления строительных конструкций зданий и сооружений …… 70
4.1 Разработка проекта восстановления или усиления оснований и строительных конструкций…….. 70
4.2 Контроль качества производства работ при восстановлении и усилении оснований, строительных конструкций и узлов их сопряжения…….. 83

1. ПРИЧИНЫ, ВЫЗЫВАЮЩИЕ НЕОБХОДИМОСТЬ УКРЕПЛЕНИЯ НАДЗЕМНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ, ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ

1.1 Факторы, приводящие к необходимости укрепления оснований и фундаментов.

Обеспечение надёжности зданий и сооружений, под которой в строительстве понимается способность сооружения функционировать в нормальных условиях эксплуатации в течение заданного срока службы, зачастую требует, в первую очередь, усиления оснований и фундаментов, как эксплуатируемых зданий, так и зданий, подлежащих реконструкции или находящихся в зоне влияния нового строительства. Опыт показывает, что повреждения конструкций здания происходят в результате взаимодействия ряда факторов, основными из которых являются:

- ошибки при проектировании, возведении и эксплуатации фундаментов;
- развитие недопустимых деформаций зданий и сооружений;
- повреждение фундаментов;
- увеличение нагрузок на фундаменты.

Установление главной причины неблагополучного состояния здания или неблагоприятного сочетания причин требует от специалиста изучения и анализа всех обстоятельств, влияющих на работу системы «основание-фундамент-наземные конструкции».

1.2 Ошибки при проектировании, возведении и эксплуатации фундаментов

Основными причинами отказов фундаментов являются ошибки, допускаемые при проведении инженерно-геологических изысканий, при проектировании, изготовлении и эксплуатации конструкций. Большая часть ошибок носит субъективный характер и может быть устранена при тщательном соблюдении требований соответствующих нормативных документов, при контроле качества изготовления конструкций и при соблюдении норм эксплуатации. Опыт показывает,

что ошибки могут произойти на одной из стадий создания фундамента или, что происходит чаще всего, одновременно на нескольких стадиях.

Ошибки могут привести как к отказу фундамента вследствие роста его деформативности, снижения прочности или трещиностойкости, так и к чрезмерному запасу прочности или трещиностойкости. В первом случае ошибка более опасна с точки зрения возможных последствий, но с экономической точки зрения оба типа ошибок одинаково недопустимы, так как могут вызвать большую или меньшую стоимость ремонта (в первом случае) или дополнительные затраты при возведении фундамента (во втором случае).

Помимо субъективных, встречаются и объективные ошибки. Они могут быть вызваны либо внесением в последующие этапы осуществления фундаментов субъективных ошибок, сделанных на предыдущих этапах, либо отсутствием достаточно точных приборов для исследований, адекватных расчётных моделей, экспериментально обоснованных методик расчётов.

1.3 Развитие недопустимых деформаций

Общие или местные недопустимые деформации зданий могут возникнуть за счет проявления природных и техногенных процессов, а также за счет ошибок или отклонений от нормативных документов, допускаемых при изысканиях, проектировании, строительстве и эксплуатации.

К природным факторам, способствующим развитию неравномерных осадок сооружений, относится неоднородность грунтового основания по площади и по глубине, наличие в нем линз торфа, легко сжимаемого грунта, скопления валунов или других твердых включений, например остатков существовавших ранее построек, наличие пустот и карста. Современные методы расчета позволяют учитывать эти факторы при проектировании фундаментов до минимума снижая их негативное влияние на деформации сооружения. По другому обстоит дело, когда из-за ошибок изыскателей (не выявленные плывуны, линзы торфа, неправильная оценка карстоопасности участка и т.д.) и проектировщиков (переоценка несущей способности основания, ошибки при проектировании фундаментов примыкающих зданий или подвальных помещений под частью здания и т.д.) эти факторы не учтены или учтены недостаточно. В этих случаях следует ожидать развития существенных неравномерных осадок, превышающих значения допускаемых, что, как правило, сопровождается развитием в конструкциях сооружения осадочных трещин.

Другой причиной развития недопустимых деформаций является не предусмотренное проектом ухудшение свойств грунтов основания в процессе эксплуатации или строительства здания, которое может произойти по ряду причин.

Отдельно следует отметить техногенное загрязнение основания кислотами, маслами и т.п., входящими в технологический цикл ряда производств, что существенно ухудшает свойства грунтов основания.

К значительным ухудшениям строительных свойств верхних слоев грунтов может привести нарушение их природной структуры при разработке котлованов - движение по дну котлована тяжелой техники, что особенно опасно в случае ленточных глин, размораживание котлованов или их заливка водой и последующее вымывание грунтов основания при откачивании воды и т.д.

При отрицательных температурах основания под фундаменты, состоящие, в основном, из глинистых и пылеватых грунтов, мелких и среднезернистых песков промерзают, что может вызвать увеличение их объема - пучение грунтов.

При отрывке котлованов возможен также излишний выбор грунта в основании и плохое уплотнение вновь подсыпанного.

Еще одной причиной недопустимых дополнительных осадок существующих зданий и сооружений является уплотнение грунтов под воздействием нагрузок, передаваемых на основание новыми постройками, возведенными вплотную к ним или в непосредственной близости от них.

Следует также отметить вибрационные или динамические воздействия на грунты основания от авто- и железнодорожного транспорта, линий метрополитена, оборудования, установленного в сооружении, и промышленных установок, расположенных вблизи существующих зданий.

1.4 Повреждение фундаментов

Обычная городская застройка, включая и промышленные предприятия, характеризуется наличием зданий и сооружений, возраст которых может различаться десятилетиями и даже столетиями. Естественно, что конструкции и материалы таких зданий, а также степень их износа могут существенно отличаться. Обследования показали, что здания постройки XYIII-XX вв. возводились, как правило, на ленточных и столбчатых фундаментах, основным материалам кото-

рых являлась валунная, бутовая или кирпичная кладка на известковом растворе, иногда подстилаемая песчаной подготовкой или деревянными лежнями.

Степень износа фундаментов, относящихся к различным периодам их возведения, различна и не всегда соответствует возрасту зданий. Анализ результатов многочисленных исследований показывает, что износ фундаментов обуславливается двумя группами причин - физико-механическими и механическими.

Физико-механические причины являются результатом взаимодействия материала фундамента с окружающей средой. К ним относятся гниение деревянных элементов фундаментов, выщелачивание вяжущего, разрушение кладки в агрессивной среде, коррозия арматуры, особенно интенсивная при агрессивных подземных водах и блуждающих токах, и т.п.

К механическим причинам относятся неравномерные деформации основания и различные внешние воздействия (земляные работы вблизи здания, динамические воздействия транспорта и строительных механизмов, необоснованное увеличение нагрузок и т.д.). Характерными видами разрушения здесь являются расслоение кладки и выкрашивание раствора из швов, трещины в бетонных и железобетонных фундаментах, приводящие к потере не только их прочности, но и жесткости.

Причиной разрушения фундаментов или их преждевременного износа могут явиться и следующие обстоятельства: неудовлетворительное качество строительных материалов; ошибки конструктивного характера при проектировании фундаментов; ошибки технического и технологического характера, допущенные при производстве строительно-монтажных работ (смещение фундаментов с проектной оси, укладка фундаментов на промороженный грунт и т.п.).

Отдельно следует отметить разрушение гидроизоляции фундаментов и нарушение работы дренажей, что особенно важно при наличии заглубленных помещений. Причиной разрушения гидроизоляции и нарушения работы дренажных систем могут быть как физико-механические, так и механические воздействия на фундамент и дренаж, дефекты смотровых колодцев, засорение дрен и коллекторов, разрушение выпусков дренажа (устья), а последствиями - замачивание материалов фундаментов и их преждевременное разрушение, а также повышенная влажность в помещениях.

1.5 Увеличение нагрузок на фундаменты

Реконструкция и капитальный ремонт зданий практически всегда сопровождаются увеличением нагрузок на фундаменты. Это происходит по следующим причинам:

- в старых зданиях перекрытия выполнялись из деревянных балок с накатом из пластин (шаг балок - 107 см или 1,5 аршина), стропила из бревен, лестницы деревянные и т.д. При реконструкции и капитальном ремонте зданий эти элементы заменяются, как правило, на железобетонные или металлические, как более прочные, долговечные и более безопасные в пожарном отношении, но и более тяжелые;
- перебивка этажей и оконных проемов в зданиях с высотой помещений 3,5-5,2 м с целью получения дополнительных этажей;
- перепланировка здания с целью получения более просторных помещений, что зачастую связано с ликвидацией ряда несущих элементов и передачи на оставшиеся дополнительных нагрузок;
- замена мансардных помещений и высоких чердаков дополнительным этажом за счет небольшого наращивания стен;
- надстройка дополнительных этажей.

Проведение перечисленных видов работ может привести к увеличению первоначальной постоянной нагрузки на фундаменты на 30 - 50 %. Такое существенное увеличение нагрузки может потребовать устройства новых дополнительных фундаментов, поэтому при реконструкции стремятся использовать по возможности более легкие бетоны и материалы.

Наряду с увеличением постоянных нагрузок возможно увеличение временных нагрузок (новый станочный парк, переоборудование капитальных зданий под книгохранилища, архивы и т.п.), а также и кратковременных нагрузок, например за счет использования более мощных мостовых кранов.

Одной из важнейших задач подготовки проекта реконструкции или капитального ремонта здания является детальная оценка изменения его конструктивной схемы в увязке с существующим исполнением фундаментов и определение новых нагрузок на существующие и дополнительно проектируемые фундаменты. При этом необходимо иметь в виду, что если здание или сооружение имеет трещины и другие дефекты, увеличивать нагрузки на них можно только после усиления конструкции самого здания.

В заключение следует отметить, что увеличение нагрузок на фундаменты реконструируемых зданий во многих случаях удается без принятия дополнительных мер по укреплению рабочего слоя грунтов основания. Это объясняется тем, что прежними нормами или методами проектирования оснований и фундаментов допускались значительно меньшие нагрузки на грунты, чем позволяла их фактическая несущая способность. Кроме того, за время эксплуатации сооружения грунты основания под действием нагрузки от фундаментов уплотняются и приобретают новые улучшенные строительные свойства, что можно учесть при проектировании реконструируемых объектов.

1.6 Классификация дефектов и повреждений строительных конструкций зданий и сооружений

Под дефектом понимается любое отклонение от проекта или стандарта, превышающее нормированное допускаемое отклонение.

В процессе эксплуатации конструкций формируются повреждения - отклонения от исходного состояния, превышающие установленные допускаемые величины.

В научной, справочной и нормативной литературе существуют различные подходы к классификации дефектов и повреждений зданий, сооружений и их конструкций.

Причинами появления дефектов могут быть:

- ошибки изысканий и проектирования;
- дефекты материалов;
- нарушение технологии изготовления и монтажа.

На появление повреждений существенно влияют условия эксплуатации конструкций, так для производственных зданий неправильная эксплуатация, включая нарушения приводящие к коррозии металла, бетона, арматуры и закладных деталей и перегрузку конструкций, являются часто повторяющейся причиной возникновения повреждений.

Дефекты должны выявляться при изготовлении и монтаже конструкций. Строго говоря, в составе зданий не должно быть дефектных конструкций и их соединений и при обследовании должны выявляться повреждения. Однако, зачастую при эксплуатации зданий и сооружений в их конструкциях и сопряжениях имеют место те и другие.

Дефекты технических систем классифицируются следующим образом:

1. По степени опасности:

- критический дефект при наличии которого использование продукции по назначению практически невозможно или недоступно
- значительный дефект, который существенно влияет на использование продукции по назначению или на ее долговечность, но не является критическим
- малозначительный дефект, который существенно не влияет на использование продукции по назначению и ее долговечность

2. По способам обнаружения:

- явный дефект, для выявления которого в нормативных документах предусмотрены соответствующие правила методы средства
- скрытый дефект для выявления которого не предусмотрены соответствующие правила, методы, средства

3. По возможности устранения:

- устранимый дефект, устранение которого технически возможно и экономически целесообразно
- неустранимый дефект, устранение которого технически невозможно и экономически нецелесообразно

К дефектам проектирования могут быть отнесены дефекты, появляющиеся в результате несоответствия фактической схемы работы конструкций в составе здания со схемой принятой при проектировании и экспериментальных исследованиях, неправильный учёт действующих нагрузок и воздействий и т.п.

Наиболее общими факторами, обусловливающими проявление дефектов и повреждений в конструкциях зданий и сооружений из различных видов материалов с возможным возникновением в отдельных случаях аварийных ситуаций, являются:

- недостаточное исследование геологических и гидрогеологических условий площадки строительства, изменение этих условий со временем;
- неудачные конструктивные схемы здания или сооружения, конструкций и узлов их сопряжения;
- ошибки в расчётах и конструировании;

- недостаточное обеспечение жёсткости и устойчивости здания или сооружения;
- изменение первоначально принятого проектного решения в ходе строительства без его детальной проработки;
- недостаточная деталировка чертежей ответственных узлов несущих конструкций, их небрежное оформление, мелкий масштаб чертежей;
- отсутствие указаний в чертежах требований к материалам и конструкциям, условиям производства работ в зимнее время, условиях эксплуатации сооружения.

При проектировании не всегда учитываются возможные действительные нагрузки на конструкции при строительстве и эксплуатации.

Многие аварии были вызваны следующими причинами:

- значительные местные перегрузки во время монтажа конструкций: поддоны с кирпичом, бадьи с бетоном, ёмкости с битумом и т.п., на которые они не были рассчитаны;
- неувязка проектов производства строительно-монтажных работ при возведении зданий с несущей способностью конструкций. В связи с этим в конструктивном разделе проекта обязательно должны быть указаны расчётные нагрузки на перекрытия и покрытие при монтаже;
- незакрепление конструкций при монтаже или крепление их на прихватках, в результате чего происходит падение конструкций при случайном зацеплении краном или ударе другой конструкцией при монтаже;
- неучёт в полной мере при проектировании возможных отклонений параметров конструкций при изготовлении и монтаже. Особенно опасно недостаточное опирание строительных конструкций, недостаточная длина анкеровки арматуры железобетонных конструкций, применение кустарных решений при ликвидации допущенных при монтаже отклонений без должного обоснования и расчёта;
- фактическое завышение нагрузок против проектных: от собственного веса конструкций, насыпного утеплителя и намокания утеплителя при протечках, от увеличения толщины стяжки, полов и т.п.;

- недостаточно полный учёт действительной работы сооружения при разработке проектов: неучёт вероятного увеличения нагрузок за счёт отложения пыли, снеговых мешков, увлажнения грунтов, наледей от паросодержащих выбросов технологических установок, коррозии от воздействия агрессивных сред рядом расположенных сооружений.

1.7 Дефекты и повреждения железобетонных конструкций

Для железобетонных конструкций факторами обусловливающими проявление дефектов могут быть отклонения в качественных показателях бетона, толщины защитного слоя, геометрических размерах конструкций и узлов их сопряжений и т.д. Дефекты формируются на стадии проектирования, при изготовлении и монтаже конструкций.

К повреждениям относятся такие показатели как: появление трещин там, где они не допустимы или чрезмерное раскрытие трещин, чрезмерные прогибы, уменьшение по тем или иным причинам прочности бетона или размеров поперечных сечений и т.д.

Наиболее часто встречающимися случаями отступлений от технических условий монтажа конструкций являются:

- отклонение от вертикальности установленных колонн;
- неустановка монтажных связей по колоннам на время монтажа;
- несовпадение оголовков колонн в стыках;
- смещение колонн, ригелей, балок и ферм и т.п. от оси;
- несоблюдение высотных отметок колонн и их консольных выступов;
- недостаточные длины опирания элементов;
- непроектное расположение плит по маркам в различных зонах покрытий и перекрытий, их зазоров в стыках, отсутствие связывающих деталей;
- нарушение последовательности монтажа сборных элементов и в результате этого образование в них недопустимых по раскрытию трещин и прогибов, их смещения и подвижки;
- низкое качество монтажных соединений и последующей их заделки, некачественное выполнение сварных соединений;
- механические повреждения в виде трещин и сколов бетона и др.

К наиболее серьезным повреждениям, возникающим при неправильной эксплуатации конструкций и от агрессивного воздействия производственной среды относятся:

- потеря поверхностными слоями бетона конструкций защитных свойств по отношению к арматуре;
- коррозия арматуры и отслаивание в связи с этим бетонных защитных слоев;
- образование в элементах конструкций различных трещин;
- растрескивание или шелушение растворной части, нарушение ее связи с крупным заполнителем бетона, снижение прочности бетона;
- появление на поверхности бетона высолов;
- потеря бетоном прочности в результате его пересушивания, длительного воздействия машинного масла и т.п.
- расстройство стыков подкрановых балок и частичное разрушение их полок и ребер;
- нарушение температурных швов и элементов их конструкций;
- вибрация конструкций;
- биоповреждения конструкций;
- разрушение защитных и декоративных покрытий;
- механические повреждения от нарушения правил эксплуатации - пробивка отверстий, проемов с обнажением и вырезкой арматуры и механическим повреждением бетона, обнажение арматуры для крепления оборудования, образование трещин и сколов бетона от ударов при перемещениях грузов и при работе оборудования.

1.8 Дефекты и повреждения каменных конструкций

Применительно к каменным конструкциям дефекты и повреждения можно классифицировать по следующим признакам:

1. По причинам происхождения дефектов и повреждений:
   - ошибки проектирования: неправильный учет действующих нагрузок (перегрузки в результате накапливания снега, наледи, производственной пыли и др.); неудачное конструктивное решение узлов сопряже-

ния; потеря устойчивости из-за недостаточного количества связей и др

- низкое качество материалов: искривление граней кирпича или камней; некачественный обжиг кирпича; отклонения в размерах; трещиноватость кирпича; низкая морозостойкость камней, кирпича и раствора; снижение марок кирпича, камней и раствора против проектных требований;
- низкое качество выполнения работ: нарушение горизонтальности, толщины и правил перевязки швов; отклонение несущих стен и столбов от вертикали; отсутствие связей или их недостаточное количество в многослойных стенах;
- неудовлетворительные условия эксплуатации: замачивание, попеременное замораживание и оттаивание при увлажнении, агрессивное воздействие окружающей среды;
- неравномерные осадки оснований под фундаментами стен и столбов.

2. По времени проявления:
   - в период строительства;
   - при длительном перерыве в строительстве без проведения надлежащей консервации конструкций и объекта в целом;
   - в период плановой эксплуатации;
   - после выработки сроков эксплуатации.
3. По способам обнаружения:
   - явный дефект, обнаруживаемый при визуальном наблюдении конструкций;
   - скрытый, предполагаемый дефект, выявляемый с применением известных методов, средств и правил, предусмотренных в нормативной и справочной литературе и апробированных в других аналогичных условиях;
   - скрытый дефект, для выявления которого не предусмотрены соответствующие правила, методы, средства.
4. По степени повреждения:
   - незначительная степень повреждения - несущая способность кладки снижена в пределах от 0 до 5 %, проведение усилений не требуется;

- слабая степень повреждения - несущая способность снижена до 15 %;
- средняя степень повреждения при снижении несущей способности до 25 %, усиление обязательно;
- сильная степень повреждения - несущая способность снижена до 50 %, усиление обязательно;
- аварийная степень повреждения - несущая способность снижена свыше 50 %, необходимость усиления или разборки с заменой определяется технико-экономическим обоснованием.

5. По возможности устранения дефекта или повреждения:
   - устранимые дефекты и повреждения, устранение которых технически возможно и экономически целесообразно;
   - неустранимые дефекты и повреждения, устранение которых технически невозможно или экономически нецелесообразно.
6. По видам дефектов и повреждений:
   - повреждения, вызванные деформациями стен;
   - повреждения, вызванные отколами, раковинами, выбоинами и другими нарушениями сплошности;
   - повреждения, связанные с увлажнениями и возможными обмерзаниями кладки стен;
   - повреждения защитных и отделочных слоев каменной кладки;
   - повреждения, вызванные нарушением основного материала стен в виде трещин в камне, расслоения кладки, структурных и химических изменений в камне и растворе;

1.9 Дефекты и повреждения металлических конструкций

Дефекты металлических конструкций можно классифицировать по стадиям создания конструкции: дефекты проектирования, дефекты металлопроката, дефекты изготовления, дефекты транспортировки и монтажа.

Повреждения принято подразделять на группы в зависимости от причин их возникновения: повреждения от действия нагрузок, повреждения от температурных воздействий, повреждения от агрессивных воздействий, повреждения от наезда транспортных средств и случайных ударов.

Дефекты, предопределяемые на стадии проектирования металлических конструкций, могут быть следствием ошибок и просчётов, неадекватной расчётной схемы, неправильного выбора марок сталей и электродов, недостаточного обеспечения местной и общей устойчивости конструкций, неудачного конструирования узлов соединения конструкций, неправильного выбора защиты от коррозии, а также несовершенства нормативных документов периода проектирования.

Повреждения конструкций от нагрузок могут быть условно представлены в виде трех подгрупп:

- повреждения от технологических, атмосферных и других нагрузок, предусмотренных проектом, но имеющих значения выше проектных;
- повреждения от случайных нагрузок, не предусмотренных проектом, в том числе монтажных- при ремонтах или заменах технологического оборудования;
- повреждения вследствие наличия дефектов металлопроката, изготовления и монтажа, подкрановых балок и тормозных конструкций, узлов крепления подкрановых конструкций к колонне.

Повреждения металлических конструкций и их элементов от случайных нагрузок (при ремонтах или заменах технологического оборудования) проявляются в виде погибов, подвижек, нарушения соединений и т.п. К ним же следует отнести и повреждения от механических воздействий.

Повреждения от температурных воздействий проявляются при высоких температурах в виде разрушений лакокрасочных покрытий, коробления элементов, исчерпания несущей способности, а при низких температурах - в виде хрупких трещин.

Повреждения от химических воздействий заключаются в разрушении защитных покрытий и коррозии металла (уменьшении его расчетной толщины). Особенно опасно изменение микроструктуры металла с потерей пластичности, например, при насыщении водородом.

Наряду с наличием дефектов и повреждений в элементах металлических конструкций возможно большое разнообразие дефектов и повреждений в их соединениях.

В сварных, заклепочных и болтовых соединениях элементов конструкций встречаются дефекты, возникшие в процессе изготовления и монтажа конструкций.

В сварных соединениях наиболее характерными дефектами являются: неполномерность швов, наплывы, подрезы основного металла, непровары в корне и по сечению шва, шлаковые включения, поры.

К массовым повреждениям соединений могут быть отнесены: срез (или отрыв) заклепок и болтов, ослабление заклепок и болтов, хрупкие и усталостные трещины в сварных швах.

К типичным повреждениям, вызванным химическим (электрохимическим) воздействием относятся отрыв головок заклепок, разрыв болтов и разрушение сварных швов в результате действия распирающих усилий между соединенными элементами, если в зазорах развивается щелевая коррозия.

Важным вопросом при обследовании металлических конструкций является выявление и оценка их коррозионного повреждения.

Наиболее часто стальные конструкции повреждаются коррозией вследствие недостаточной защиты от неё. Особенно сильная коррозия отмечается в производствах с агрессивной средой, в конструкциях, расположенных вблизи пола и земли.

Коррозионное разрушение может быть общим или местным. В результате общего равномерного коррозионного разрушения всей поверхности металла уменьшается площадь поперечного сечения элемента и снижается его несущая способность.

Сплошная коррозия характерна для стали, алюминия, цинковых и алюминиевых защитных покрытий в любых средах, в которых коррозионная стойкость данного материала или металла покрытия недостаточно высока.

Коррозия пятнами характерна для алюминия, алюминиевых и цинковых покрытий в средах, в которых их коррозионная стойкость близка к оптимальной и лишь случайные факторы могут вызвать местное нарушение состояния материала.

Язвенная коррозия характерна в основном для углеродистой и низколегированной стали (в меньшей степени - для алюминия, алюминиевых и цинковых покрытий) при эксплуатации конструкций в жидких средах и грунтах.

Точечная (питтинговая) коррозия характерна для алюминиевых сплавов, в том числе анодированных, и нержавеющей стали.

Межкристаллитная коррозия присуща нержавеющей стали и упрочненным алюминиевым сплавам, особенно на участках сварки, и характеризуется от-

носительно равномерным распределением множественных трещин на больших участках поверхности конструкций.

Коррозионное растрескивание - вид квазихрупкого разрушения стали и высокопрочных алюминиевых сплавов при одновременном воздействии статических напряжений растяжения и агрессивных сред.

Коррозионная усталость — вид квазихрупкого разрушения материалов при одновременном воздействии циклических напряжений и жидких агрессивных сред.

Расслаивающая коррозия присуща алюминиевым сплавам и характеризуется разделением металла по границам зерен в плоскостях, параллельных плоскости горячей деформации (прокатки, прессования, экструзии и т.д.).

Контактная (гальваническая) коррозия выражается в резком, чаще всего местном, увеличении глубины проникновения сплошной коррозии одного из двух разнородных металлов или сплавов, между которыми существует электрический контакт за счет механической связи и одновременного воздействия одной и той же электропроводной среды (электролита) на оба металла или сплава.

Щелевая коррозия в чистом виде присуща конструкциям из нержавеющей стали и других пассивирующихся материалов в агрессивных жидких средах, в которых материалы вне узких щелей и зазоров устойчивы благодаря пассивному состоянию, т.е. вследствие образования на их поверхности защитной пленки.

Коррозия в результате неравномерной аэрации характерна для протяженных стальных конструкций, подвергающихся воздействию жидких сред или грунтов с высокой электропроводностью.

Коррозия, вызываемая токами от внешних источников, присуща конструкциям, описанным в предыдущем абзаце. Однако движущей силой процесса является не неравномерная аэрация, а постоянные токи от посторонних источников случайно попадающие в протяженные конструкции вследствие отсутствия или неисправности электроизоляционных, заземлительных, электро- дренажных и т.п. устройств.

1.10 Дефекты и повреждения деревянных конструкций

В деревянных конструкциях, как и в строительных конструкциях из других материалов, дефекты и повреждения проявляются вследствие:

- неправильного проектирования;

- неправильного производства работ;
- нарушения правил эксплуатации;
- стихийных бедствий, пожаров и взрывов.

Дефекты и аварии, возникающие вследствие неправильного проектирования

Встречаются следующие основные разновидности дефектов и аварий вследствие неправильного проектирования:

а) *Применение нерациональных для неклееной или клееной древесины схем конструкций, а именно:*

- схем конструкций, не отвечающих функциональному назначению или условиям эксплуатации здания или сооружения;
- схем конструкций с чрезмерно большими или чрезмерно малыми соотношениями пролета и высоты;
- схем конструкций, в процессе эксплуатации которых может произойти перераспределение усилий с изменением их знака, например двухпролётных ферм в случае осадки одной из опор;
- схем конструкций, не учитывающих анизотропию древесины.

б) *Отклонение от нормативных положений*

Отклонения от действующих нормативных документов, указаний, инструкций и других нормативных документов в области строительства могут происходить вследствие:

- ошибок при проектировании;
- изменения ранее действующих строительных норм;
- изменения функционального назначения здания или конструкции, а также вследствие изменения условий эксплуатации;
- отсутствия расчета, поскольку здание или сооружение строилось в то время, когда не существовало методов расчета деревянных конструкций.

Отклонения в проектах от нормативных требований проявляются в виде таких дефектов как:

- перенапряжение конструктивных элементов;
- наличие недостаточного количества крепежных элементов (болтов, тяжей и т.д.), отсутствие стяжных болтов, нарушение правил расстановки крепежных элементов;

- отсутствие связей жесткости, обеспечивающих устойчивость сжатых поясов плоских деревянных конструкций и общую устойчивость здания или сооружения;
- неправильное (без надлежащего центрирования) решение узловых сопряжений деревянных конструкций;
- неправильное осуществление стыков деревянных растянутых элементов или деревянных сжатых элементов с однорядным расположением болтов;
- наличие узлов, стыков и других соединений, в которых расчетные усилия по частям передаются сопряжениям различной жесткости, а также наличие соединений, в которых часть деревянных элементов соединена непосредственно, а другая часть - двухстепенно с включением в работу промежуточных элементов и связей, что фактически приводит к неравномерному распределению усилий;
- потеря устойчивости сжатой обшивки клеефанерных панелей или потеря устойчивости стенок клеефанерных балок;
- превышение продольных деформаций изгибаемых конструкций;
- необеспечение конструктивных мер по борьбе с гниением и пожарной опасностью.

в) *неправильное оформление проекта деревянных конструкций*

Плохое оформление проекта выражается:

- в неправильном или небрежном оформлении чертежей и пояснительной записки;
- в отсутствии технической документации на изготовление, сборку и монтаж деревянных конструкций.

Дефекты и аварии деревянных конструкций, возникающие вследствие неправильного производства работ

В данную группу входят дефекты и аварии, происходящие:

- при изготовлении деревянных конструкций;
- при монтаже деревянных конструкций.

Нарушение технологии изготовления деревянных, в том числе клееных и клеефанерных конструкций, регламентируемой соответствующими нормативными документами, инструкциями, рекомендациями и техническими условиями, может происходить при осуществлении как одной, так и нескольких стадий про-

цесса изготовления деревянных строительных деталей или конструкций, который включает:

- сушку лесоматериалов;
- раскрой лесоматериалов на черновые заготовки;
- обработку на станках;
- сборку узлов и изделий;
- отделку.

Существуют следующие основные причины возникновения дефектов и аварий, обусловленные неправильным производством работ по изготовлению деревянных конструкций:

- использование для изготовления деревянных конструкций лесоматериалов, фанеры и других материалов, не отвечающих требованиям нормативных документов;
- отсутствие оборудования, необходимого для осуществления всех технологических операций;
- выполнение работ неквалифицированным техническим персоналом;
- выполнение работ при отсутствии или с нарушением технической документации;
- плохая организация системы контроля за качеством изготовления;
- неправильное хранение лесоматериалов и готовой продукции.

При изготовлении деревянных конструкций используются различные виды соединений: на клее, на врубках, на шпонках, на цилиндрических нагелях и т.д. Каждому виду соединений в деревянных конструкциях соответствуют вполне определенные дефекты изготовления.

Дефектами изготовления клеевых соединений являются:

- использование для изготовления прямолинейных дощатоклееных конструкций досок толщиной более 5 см, а для изготовления гнутоклееных элементов - досок толщиной более 4 см или более 1/150 радиуса изгиба конструкции;
- использование для изготовления клеефанерных конструкций фанеры, не удовлетворяющей требованиям нормативных документов и других нормативов по строительству, т е. фанеры, не относящейся к марке

ФСФ, рекомендуемой к использованию в общем случае, или к бакелизированной фанере;

- использование клеев, составленных из компонентов, не удовлетворяющих требованиям стандартов;
- несоответствие материала склеиваемых элементов виду клея;
- наличие клеевых прослоек толщиной более 0,5 мм (допускаются участки с толщиной клеевых прослоек до 1 мм, если их длина не превышает 100 мм, а расстояние между ними не менее 1 м);
- наличие непроклеенных мест в зубчатых соединениях;
- наличие непроклеенных мест в соединениях с фанерными накладками;
- наличие непроклеенных мест в зонах с наибольшими величинами скалывающих напряжений, например, на опорах, на длине не менее 1 м в каждую сторону от опасных сечений, указанных в технических условиях или на чертежах;
- наличие непроклеенных мест длиной более 100 мм или длиной до 100 мм, но расположенных на расстоянии менее их десятикратной длины;
- применение усового соединения для фанеры не вдоль волокон в наружных слоях шпона;
- наличие усового соединения фанеры длиной менее 10 толщин сращиваемых листов;
- использование для склеивания досок толщиной более 33 мм;
- использование для склеивания прямолинейных элементов досок толщиной 42 мм без устройства в них продольных прорезей;
- наличие по ширине клееного пакета взаимного сдвига швов склеиваемых кромок в смежных слоях менее, чем на толщину слоя;
- наличие трещин по клеевому шву или по древесине близ клеевого шва;
- наличие склеенных с фанерой досок шириной более 10 см при угле между волокнами 90°, наличие досок шириной более 15 см при углах 30-45° или при отсутствии в последнем случае болтов, шурупов и гвоздей, воспринимающих отрывающие усилия.

Дефектами изготовления соединений на призматических шпонках являются:

- ослабление поперечных сечений соединяемых деревянных элементов пропилами на избыточную по отношению к проектной глубину при изготовлении гнезд под призматические шпонки;
- неплотности швов между призматическими шпонками и поверхностью гнезд;
- наличие трещин от усушки по плоскостям скалывания;
- недостаточное натяжение болтов;
- неправильное размещение стяжных болтов.

Дефектами соединений на гладких кольцевых шпонках являются:

- неправильная нарезка дорожек, т.е. неправильный выбор инструмента, и больших, чем это предусмотрено проектом, размеров по ширине и глубине;
- неправильная центрировка гладких кольцевых шпонок;
- неправильное положение разреза кольца;
- отсутствие зазора между разрезанными частями кольца или наличие малого зазора между ними;
- отсутствие стяжных болтов;
- неправильная расстановка гладких кольцевых шпонок;
- отсутствие колец в некоторых гнездах;
- отсутствие требуемых проектом прокладок и накладок.

Дефектами соединений на врубках являются:

- несоответствие проектным размерам и форме врубок;
- недопустимая глубина пропилов;
- неправильное центрирование элементов в опорных и промежуточных узлах;
- неплотность соединения по площадкам смятия;
- наличие усушечных трещин по площадкам скалывания;
- отсутствие аварийных болтов или скоб;
- отсутствие предусмотренных проектом крепежных деталей;
- наличие сучков и наклона волокон по площадкам скалывания и в ослабленных врубками сечениях растянутых элементов.

Дефектами соединений на болтах и цилиндрических нагелях и шурупах являются:

- несоответствие отверстий для металлических нагелей, болтов и шурупов их диаметрам. Диаметры отверстий для нерабочих (стяжных) болтов должны быть больше диаметров болтов на 1-2 мм. Отверстия под нарезную часть винта или шурупа не должны быть больше 0,8 диаметра винта или шурупа без нарезки;
- неправильное размещение нагелей. Отклонения в расстояниях между центрами отверстий для нагелей не должны превышать для входных отверстий ±2 мм, для выходных отверстий поперек волокон ±5 мм, а для выходных отверстий вдоль волокон ±10 мм;
- уход отверстия в сторону и пересверливание отверстия;
- одностопочное по оси бруса или доски размещение нагелей в растянутых стыках;
- раскалывание досок поперек волокон при забивке нагелей;
- неправильное размещение нагелей;
- наличие широких металлических накладок, препятствующих усушке-разбуханию деревянных элементов;
- наличие щелей между соединяемыми деревянными элементами.

Дефектами соединений на гвоздях являются:

- неправильное размещение гвоздей;
- небрежная забивка гвоздей;
- недостаточная длина защемленной части гвоздей (при применении досок, толщина, которых превышает проектную толщину) или использование гвоздей, размеры которых не соответствуют проектным;
- недостаточное расстояние между концами встречных гвоздей во внутренних деревянных элементах;
- наличие щелей между соединяемыми деревянными элементами.

Дефектами соединений на пластинчатых нагелях являются:

- неправильная расстановка пластинок;
- наклонное расположение гнезд и пластинок по отношению к плоскости шва;
- излишне большая глубина гнезд;

- различная глубина гнезд в сплачиваемых элементах;
- неправильное положение пластинок в гнездах;
- неправильные размеры пластинок;
- отсутствие зазоров между торцом пластинок и основанием гнезда;
- наличие трещин от усушки по плоскостям скалывания;
- наличие большого зазора между сплачиваемыми деревянными элементами.

Дефектами соединений на тяжах и хомутах являются:

- небрежная обработка закругленных концов деревянных накладок и прокладок и отсутствие подкладок под охватывающими их хомутами;
- неплотное прилегание хомутов к охватываемым поверхностям деревянных элементов;
- отсутствие косых шайб при наклонном положении тяжей по отношению к упорным поверхностям;
- недостаточная жесткость упорных элементов;
- отсутствие контргаек;
- срыв резьбы у концов тяжей;
- неравномерное распределение усилий между тяжами.

Одной из причин существования дефектов является нарушение правил приемки деревянных сооружений или деревянных конструктивных элементов, т.е. без проверки:

- соответствия деревянных конструкций требованиям проекта и технических условий;
- точности выполнения отдельных деталей и соединений;
- правильности установки конструкций в сооружении и правильности их сборки;
- выполнения мероприятий по защите конструкций от поражения грибками и древесными вредителями, а также от возгорания;
- наличия актов промежуточной приемки.

Повреждения и аварии, возникающие вследствие нарушений правил эксплуатации

В данную группу входят дефекты и аварии деревянных конструкций, которые проявляются:

- в необеспечении надлежащего ухода за деревянными конструкциями;
- в несвоевременном осуществлении ремонта кровли;
- в несвоевременной очистке крыши от снега и в наличии больших скоплений снега;
- в несоблюдении температурно-влажностного режима в зоне эксплуатации деревянных конструкций;
- в нарушении гидроизоляции от грунтовой воды, от каменных и бетонных стен и в отсутствии защиты от атмосферных осадков;
- в нарушении теплоизоляции и пароизоляции ограждающих конструкций отапливаемых зданий;
- в нарушении осушающего температурно-влажностного режима;
- в превышении расчетной величины временной полезной нагрузки;
- в изменении схемы работы деревянных конструкций;
- в недопустимом увлажнении деревянных конструкций бытовой влагой;
- в расстройстве сопряжений и в необеспечении надлежащей плотности соединений;
- в физическом износе или в механических повреждениях деревянных конструкций или их элементов;
- в необеспечении профилактических мероприятий по борьбе с гниением и с пожарной опасностью.

Повреждения и аварии деревянных конструкций, возникающие вследствие стихийных бедствий, взрывов и пожаров

Стихийные бедствия (наводнения, ураганы, землетрясения) в некоторых случаях являются причиной повреждения или аварий деревянных конструкций.

По своим разрушительным последствиям пожары и взрывы могут быть приравнены стихийным бедствиям.

Стихийные бедствия, взрывы и пожары, если не произошло обрушение деревянных конструкций, приводят к значительным повреждениям их элементов, характерными из которых являются:

- разрушение отдельных элементов;
- потеря устойчивости сжатых элементов;

- смещение деревянных конструкций с опор (иногда перенос на значительные расстояния, например, покрытий);
- ослабление сечений деревянных элементов от механических повреждений или от воздействия огня;
- перекос деревянных конструкций;
- образование трещин в деревянных элементах;
- расстройство сопряжений.

2. ЗАДАЧИ И ВИДЫ ОБСЛЕДОВАНИЙ КОНСТРУКЦИЙ И СООРУЖЕНИЙ. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ. МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

2.1 Требования к зданиям и сооружениям в соответствии с нормативно-техническими документами при их проектировании, возведении, эксплуатации, реконструкции.

Основной нормативный документ для строительства федеральный закон №384-ФЗ от 30.12.2009 "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений"

При возведении и эксплуатации строительных конструкций основным условием является обеспечение надежности, предусматривающее снижение рисков возникновения аварийной ситуации до 10^{-6}. Основная роль при выполнении поставленной задачи отводится проектировщикам, выполняющим разработку и расчет наиболее оптимальных конструктивных решений. Но, как показывает практика, не всегда теоретические представления и выбранные расчетные модели соответствуют действительности. А в комплексе с возникающими ошибками и недочетами на стадии выполнения строительно-монтажных работ возможно возникновение аварийных ситуаций, приводящих не только к непредусмотренным финансовым затратам, но и к человеческим жертвам. Основным нормативным документом, определяющим все действия в области строительства, является Федеральный закон от 30.12.2009 №384-ФЗ "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений". В связи с этим, основными параметрами, характеризующими состояние зданий (сооружений), являются их надежность и долговечность.

Согласно терминологии ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований»:

- **надежность** - это способность строительного объекта выполнять требуемые функции в течение расчетного срока эксплуатации,
- **долговечность** - это способность строительного объекта сохранять прочностные, физические и другие свойства, устанавливаемые при проектировании и обеспечивающие его нормальную эксплуатацию в течение расчетного срока службы.

То есть в течении всего времени существования здания, оно должно оставаться безопасным и надежным. Графическое отображение данного условия представлено на рисунке 2.1 и 2.2.

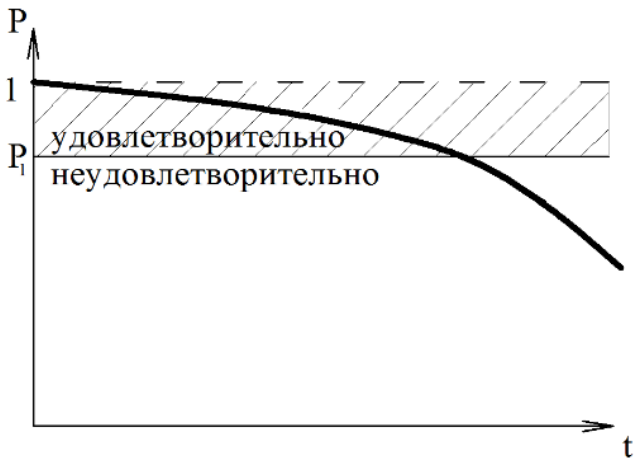

Рисунок 2.1- График безотказной работы конструкций (t – время; P - вероятность безотказной работы; P_1 – предельно допустимая вероятность безотказной работы)

Если представить, что надежность характеризуется некоторым обобщенным количественным показателем - вероятностью безотказной работы, а долговечность – это время эксплуатации сооружения с требуемой надежностью (вероятностью безотказной работы), то в течении всего срока существования, здание (сооружение) должно находится в заштрихованной зоне «удовлетворительного» состояния на графике (рисунок 2.1).

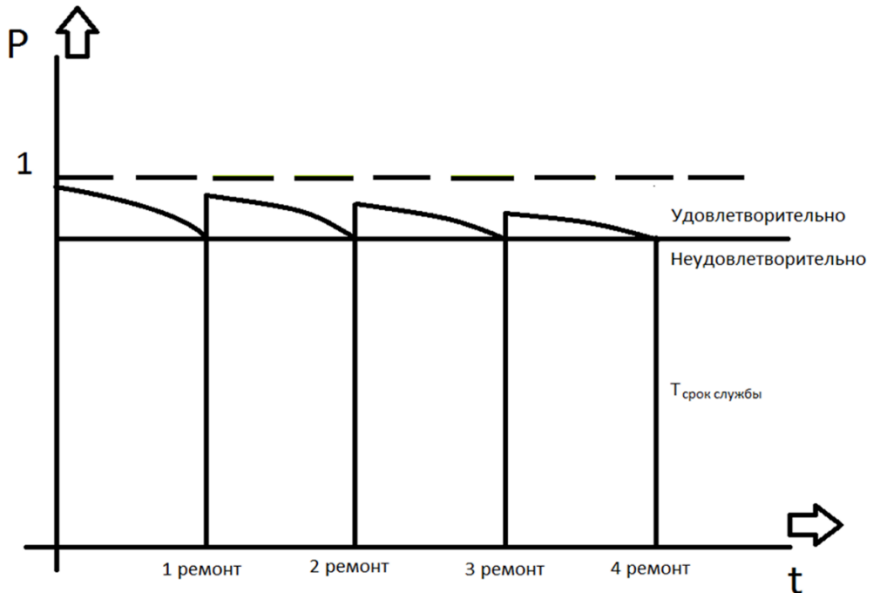

Рисунок 2.2- График безотказной работы конструкций с учетом плановых ремонтных работ, провдимых в течение всего срока эксплуатации

Графическое отображение состояния здания с учетом проведения ремонтных работ по восстановлению и усилению во времени представлено на рисунке 2.2.

Для обеспечения надежности строительных конструкций на стадиях возведения, эксплуатации, реставрации и даже демонтаже предусматриваются работы направленные на оценку категории технического состояния зданий на рассматриваемый момент времени. Данный тип работ называют обследованием. В ряде случаев предусмотрен мониторинг состояния строительных конструкций, обеспечивающий контроль за измерением напряженно-деформированного состояния интересующих конструктивных элементов.

2.2 Классификация видов обследований зданий и сооружений, конструктивных элементов и их моделей. Особенности решаемых задач. Общие требования к проведению обследований.

Обследование технического состояния зданий и сооружений проводят в следующих основных случаях:

1. *Плановые периодические обследования в процессе эксплуатации зданий.* Это - регулярные визуальные и, если предусмотрено, инструментальные наблюдения за техническим состоянием зданий и сооружений. Периодичность таких обследований зависит от типа и назначения здания (сооружения) и установлена в нормативных документах. В основном, периодические обследования законодательно предусмотрены при эксплуатации потенциально опасных объектов (ФЗ № 116-ФЗ от 21.07.1997 "О промышленной безопасности опасных производственных объектов", ФЗ № 117-ФЗ от 21.07.1997 "О безопасности гидротехнических сооружений", "Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ", утв. приказом Минэнерго России от 19.06.2003 № 229). Как правило, жилые здания обследуют перед проведением планового капитального ремонта (чтобы уточнить его объем), энергетические объекты - по окончании проектного срока эксплуатации (чтобы решить вопрос о возможности продления или необходимости снятия с эксплуатации). В соответствии с ГОСТ 31937-2011 первое обследование технического состояния зданий и сооружений проводится не позднее чем через два года после их ввода в эксплуатацию. В дальнейшем обследование технического состояния зданий и сооружений проводится не реже одного раза в 10 лет и не реже одного раза в пять лет для зданий и сооружений

или их отдельных элементов, работающих в неблагоприятных условиях (агрессивные среды, вибрации, повышенная влажность, сейсмичность района 7 баллов и более и др.). Для уникальных зданий и сооружений устанавливается постоянный режим мониторинга.

2. *Обследование перед реконструкцией (модернизацией).* Обследования всех типов зданий (сооружений) проводятся перед намечаемой реконструкцией или модернизацией, например, при изменении технологии производства, установке нового оборудования, изменении нормативных требований к теплоизоляции и т.п., чтобы оценить действительное стояние конструкций и коммуникаций и уточнить необходимость усиления конструкций, определить экономическую целесообразность ремонта или реконструкции).

3. *Обследование перед консервацией.* Такие обследования проводятся в случае приостановки строительства для оценки необходимости и состава мероприятий для сохранения состояния конструкций на срок консервации.

Внеплановые обследования. Внеплановые обследования проводятся в следующих основных случаях:

- при обнаружении при периодических и внеочередных осмотрах дефектов строительных конструкций, вызывающих сомнение в их эксплуатационных качествах,
- после аварий зданий или сооружений (взрывы, пожары) и стихийных бедствий (землетрясение, наводнение, ураган и т.п.),
- при возобновлении строительства после длительного перерыва в строительно-монтажных работах;
- при увеличении нормируемых природно-климатических воздействий (сейсмические, снеговые, ветровые воздействия);
- при необходимости контроля и оценки состояния конструкций зданий, расположенных вблизи от вновь строящихся сооружений.
- Обследование также могут проводиться:
- если меняется владелец здания (сооружения);
- при страховании;
- по требованию контролирующих и надзорных органов (например, в процессе строительства);
- для восстановления утраченной исполнительной документации (например,

если здание (сооружение) достраивается после перерыва или документация не сохранилась).

Процедуры обследования строительных конструкций зданий и сооружений в настоящее время регламентируют национальные (СП и ГОСТ) и ведомственные (РД, РБ, и т.п.) нормативные документы.

Обследование строительных конструкций зданий и сооружений жилищного, общественного, административно-бытового и производственного назначения регламентирует СП 13-102-2003.

Обследование зданий и сооружений за исключением транспортных, гидротехнических, мелиоративных сооружений, магистральных трубопроводов, подземных сооружений регламентирует ГОСТ 31937-2011 (взамен ГОСТ Р 53776-2010) и является доказательной базой Технического регламента "О безопасности зданий и сооружений".

Доказательная база Технического регламента установлена Постановлением от 26 декабря 2014 г. N 1521 «Об утверждении перечня национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований федерального закона "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений".

В национальных нормативных документах все работы по обследованию объедены в следующие группы:

- подготовительные работы, включающие:
- рекогносцировочное обследование,
- анализ проектной и эксплуатационной документации и обследование исполнительной документации,
- составление программы обследования;

  предварительное (визуальное обследование), включающее:
- визуальное обследование,
- разработка программы инструментального обследования;

  детальное (инструментальное) обследование, включающее:
- инструментальное обследование
- лабораторные испытания, включая отбор образцов
- натурные испытания

- обмерные работы
- поверочные расчеты.
- оформление результатов обследования (составление заключения).

В зависимости от вида и объема объекта обследования отдельные этапы деятельности по обследованию могут быть исключены или объединены.

По результатам визуального и/или инструментального обследования может возникнуть необходимость в проведении дополнительного и/или детального обследования отдельных конструкций. Соответствующая информация направляется заказчику для решения вопроса о заключении дополнительного соглашения к договору.

Сбор нагрузок на строительные конструкции в связи с его важностью для оценки несущей способности зданий и сооружений в СП 13-102-2003 выделен в отдельный раздел, а в ГОСТ 31937-2011 ему уделено особое внимание в разделах, регламентирующих правила обследования отдельных видов конструкций (железобетонных, металлических, деревянных, каменных).

Полный объем работ по комплексному обследованию, предусмотренный ГОСТ 31937-2011, включающий не только обследование строительных конструкций, но также грунтов оснований, инженерного оборудования, электрических сетей и средств связи, а также геодезические и обмерные работы. как правило не может быть выполнен одной организацией или одним подразделением организации. Поэтому работы по обследованию с участием внешних организаций выполняются по договорам субподряда, а внутри организации по договорам внутреннего субподряда.

2.3 Категории технических состояний строительных конструкций.

В настоящее время в РФ действуют два основных национальных стандарта на методы обследования несущих строительных конструкций СП 13-102-2003 и ГОСТ 31937-2011. Согласно Распоряжения Правительства Российской Федерации от 26 декабря 2014 г. № 1521 ГОСТ 31937-2011. входит в число документов, составляющих доказательную базу Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», т.е. имеет статус документа, обязательного для использования. При этом СП 13-102-2003 имеет статус документа, рекомендуемого для использования.

В ГОСТ 31937-2011 есть некоторые отличия по сравнению с СП 13-102-2003:

– исключен ряд терминов, определяющих общее техническое состояние зданий и сооружений;

– техническое состояние здания и сооружений определяется не только прочностными и деформационными характеристиками строительных конструкций, но и:

- акустическими свойствами конструкций,
- систем инженерного обеспечения,
- состоянием грунтов основания.

Вместо термина "исправное состояние" введен термин "нормативное состояние" – категория технического состояния строительной конструкции или здания и сооружения в целом, характеризующаяся соответствием требованиям проектной документации.

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

Оставлены с расшифровкой понятий деформативность и эксплуатационные характеристики термины:

Работоспособное состояние - категория технического состояния, при которой некоторые из оцениваемых контролируемых параметров не отвечают требованиям проекта или норм, но в конкретных условиях эксплуатации не приводят к нарушению работоспособности, и несущая способность конструкций и грунтов основания обеспечивается.

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

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

Для конструкций, зданий (сооружений), включая грунтовое основание, находящихся в нормативном техническом состоянии и работоспособном состоянии, эксплуатация при фактических нагрузках и воздействиях возможна без ограничений. При этом для конструкций, зданий (сооружений), включая грунтовое основание, находящихся в работоспособном состоянии, может устанавливаться требование более частых периодических обследований в процессе эксплуатации.

При ограниченно работоспособном состоянии конструкций, зданий (сооружений), включая грунтовое основание, контролируют их состояние, проводят мероприятия по восстановлению или усилению конструкций и (или) грунтового основания и последующий мониторинг технического в соответствии с п.6 ГОСТ 31937-2011 состояния (при необходимости).

Эксплуатация зданий (сооружений) при аварийном состоянии конструкций, включая грунтовое основание, не допускается. Устанавливается обязательный режим мониторинга.

Если категория технического состояния здания - «ограниченно работоспособная, или аварийная», то это означает что необходимо проведение мероприятий по восстановлению или усилению конструкций с целью увеличения вероятности безотказной работы объекта, то есть повышения его категории технического состоянии как минимум до работоспособного. Графическое отображение состояния здания с учетом проведения ремонтных работ по восстановлению и усилению во времени представлено на рисунке 2.3.

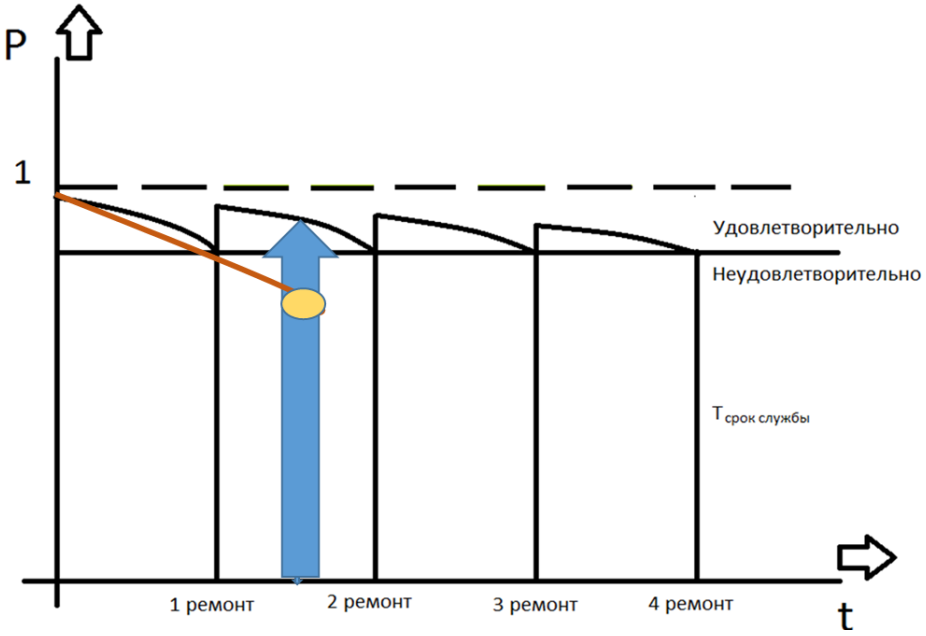

Рисунок 2.3 - Оценка фактического технического состояния конструкций на момент проведенияпроцедуры обследования

При проведении обследования технического состояния в конкретный момент времени определяется в какой зоне «удовлетворительного» или «неудовлетворительного» состояния находятся конструкции здания.

Оценка технического состояния проводится на основании анализа результатов:

- рекогносцировочного обследования;
- обследования проектной, исполнительной и эксплуатационной документации;
- визуального обследования;
- инструментального обследования;
- дополнительного обследования;
- исследования нормативной базы;
- поверочных расчетов.
- Анализ результатов обследования выполняют после проведения:
- каждого вида обследования;
- всех видов обследования.
- Анализ результатов каждого вида обследования проводят:
- в процессе выполнения данного обследования с целью уточнения и возможного дополнения программы обследования;
- после выполнения обследования с целью внесения дополнений в

программы других видов обследования и выявления необходимости проведения дополнительного обследования.

При анализе результатов рекогносцировочного, визуального и инструментального обследований оценивают вероятность возникновения аварийного состояния.

2.4 Анализ результатов частных видов обследования.

При анализе результатов рекогносцировочного обследования устанавливают целесообразность выполнения;

- каждого из возможных видов обследования;
- объем каждого вида обследования;
- требования к программам обследования.

При анализе результатов обследования проектной, исполнительной и эксплуатационной документации устанавливают:

- несогласованные проектировщиком отступления от проекта, которые могли повлиять несущую способность и эксплуатационные характеристики отдельных конструкций, а также здания и сооружения в целом;
- отсутствие исполнительной документации, подтверждающей соответствие требованиям проекта выполненных работ, результаты которых влияют на несущую способность и эксплуатационные характеристики отдельных конструкций, здания и сооружения;
- наличие и информативность эксплуатационной документации и документации по ранее проведенным обследованиям , в которой приведены характеристики выявленных дефектов отдельных строительных конструкций, а также зданий и сооружений.

При анализе результатов исследования нормативной базы устанавливают:

- соответствие нормативной базы, действующей в настоящее время, нормативной базе, действовавшей в период проектирования и строительства данного объекта;
- различия в методах расчета, расчетных характеристиках, установленных в нормативных документах, действовавших во время проектирования и действующими в настоящее время;
- различие в методах контроля качества строительства и приемки

строительно-монтажных работ, установленных в нормативных документах, действовавших во время проектирования и действующими в настоящее время.

При анализе результатов визуального обследования устанавливают:

- причины, которые могли вызвать визуально выявленные в процессе обследования дефекты;
- динамику развития дефектов по сравнению с их характеристиками, установленными в ранее проведенных осмотрах и обследования;
- в какой степени выявленные дефекты (трещины, искривления, прогибы и т.п.) могут влиять несущую способность и эксплуатационные характеристики отдельных конструкций, здания и сооружения;
- необходимость уточнения и дополнения, в первую очередь, программы инструментального обследования и геодезических измерений.

При анализе результатов инструментального обследования устанавливают:

- соответствие определенных в результате обследования характеристик материалов и конструкций требованиям проекта;
- динамику изменения измеренных характеристик по сравнению с их характеристиками, установленными в ранее проведенных осмотрах и обследования;
- необходимость уточнения и дополнения программы инструментального обследования и проведения дополнительного обследования.

При анализе результатов дополнительного обследования устанавливают:

- соответствие определенных в результате обследования характеристик материалов и конструкций аналогичным характеристикам, полученным при проведении визуального и инструментального обследования;
- необходимость расширения объема дополнительного обследования.

При анализе результатов проверочных расчетов устанавливают соответствие фактических:

- расчетных схем конструкций расчетным схемам, принятым при проектировании (с учетом фактического состояния конструкций и узлов их сопряжения);
- значений физико-механических характеристик материалов требованиям проекта и нормативных документов на момент обследования;

- значений несущей способности отдельных конструкций требованиям проекта и действующих нормативных документов**.**
- На основании анализа результатов обследования составляют:
- заключение о техническом состоянии здания или сооружения и его конструкций, включающее оценку, как прочностных, так и эксплуатационных характеристик;
- рекомендации по ремонту, достройке и усилению.

2.5 Выполнение поверочных расчетов.

В составе заключения о проведенном обследовании, если того требует техническое задание, должны быть поверочные расчеты конструкций (отдельных элементов, либо всего сооружения в комплексе) с учетом действительных расчетных схем, нагрузок и прочностных параметров используемых материалов.

Целью поверочных расчетов является:

- оценка соответствия обследовавшихся строительных конструкций проектным или нормативным требованиям по несущей способности и жесткости или/и деформативности;
- определение необходимости усиления конструкций и/или отдельных узлов, имеющих дефекты;
- определение возможности передачи на конструкции нагрузок, больших, чем было предусмотрено проектом;
- определение максимальной несущей способности отдельных конструкций.

При проведении поверочных расчетов используют:

- данные о геометрических характеристиках конструкций и механических характеристиках материалов, полученные по результатам визуального и инструментального обследования, обмерных работ, натурных и лабораторных испытаний;
- требования нормативных документов, действующих в настоящее время и действовавших во время проектирования данного сооружения.
- Оценку соответствия проектным или нормативным требованиям, как правило, проводят в случае, если:
- по результатам визуального обследования выявлены дефекты, свидетельствующие о перегрузке строительных конструкций;

- по результатам обмеров выявлены отклонения размеров конструкций, их положения от проекта, прогибов от требований нормативных документов;
- по результатам инструментального обследования выявлено несоответствие прочностных характеристик материалов требованиям нормативных документов;
- после возведения сооружения были внесены изменения в нормативные документы на методы расчета, нагрузкам и воздействиям, требованиям к материалам.

Поверочные расчеты проводят в соответствии с требованиями нормативных документов. При этом следует учитывать:

- изменения и дополнения, которые на момент выполнения обследования были внесены в нормативные документы по отношению ко времени, когда разрабатывался проект данного здания или сооружения;
- требования контракта к выбору нормативных документов, используемых для проведения поверочных расчетов, особенно в тех случаях, когда обследуется объект, возведенный не по нормативным документам РФ.
- Наличие дефектов в поверочных расчетах учитывают путем:
- уменьшения вводимой в расчет площади поперечного сечения элемента;
- введения дополнительного эксцентриситета продольной силы и т.п.

Расчетную схему конструкции, сооружения или здания принимают с учетом фактических отклонений геометрической формы, размеров сечений, условий закрепления и выполнения узлов сопряжения элементов.

При проведении поверочных расчетов рекомендовано использовать резервы несущей способности, в том числе за счет учета фактических:

- прочностных характеристик материалов и коэффициента их вариации;
- расчетной схемы конструкции, например, фактической статической схемы узлов закрепления и опирания конструкций (шарнир или заделка).

При отсутствии в конструкциях дефектов, снижающих несущую способность и при отсутствии недопустимых деформаций поверочные расчеты допускается выполнять, исходя из:

- проектных данных о геометрических характеристиках конструкций

и механических характеристиках материалов, из которых они изготовлены;

- фактических данных, полученных по результатам обследования о геометрических характеристиках конструкций и механических характеристиках материалов.

Механических характеристик материалов, полученные при инструментальном обследовании, при проведении поверочных расчетов могут быть рассматриваться как:

- нормативные значения при статистически достаточном объеме данных, имевшихся при их определении;
- расчетные значения, если они были получены при инструментальном обследовании конкретной конструкций.

Поверочные расчеты выполняют с помощью специализированных верифицированных компьютерных программ (для ответственных сооружений – не менее двух альтернативных) либо в табличной форме в программе Excel с использованием расчетных формул, приведенных в нормативных документах на методы расчета. Сбор нагрузок выполняют в соответствии с требованиями СП 20.13330.2016 с учетом отраслевых документов и данных технического задания (при выполнение расчетов на возможность монтажа нового оборудования).

По результатам поверочного расчета может потребоваться усиление строительных конструкций. Необходимость проведения усиление строительных конструкций может возникнуть в результате коррозийных процессов, аварийного воздействия либо изменении величины расчетных нагрузок.

При коррозийном процессе следует проводить ремонтно-востановительные мероприятия в двух направлениях:

- предотвращение дальнейшего развития коррозийных процессов и обеспечение достаточной долговечности конструкций;
- учет снижения несущей способности за счет уменьшения сечения стальных элементов и изменения физико-механических характеристик бетона и каменной кладки.

Необходимость ремонта, восстановления и усиления различных типов конструкций, в том числе железобетонных, возникает не только в результате реконструкции технического перевооружения объектов, увеличения нагрузок, но и по причине физического износа, вызванного нарушением условий эксплуатации,

некачественного изготовления или монтажа конструкций, коррозии материалов, воздействия агрессивных сред. В совокупности это приводит к снижению несущей способности элементов конструкций, их надежности и долговечности.

Дефекты, возникшие в процессе эксплуатации зданий, а также снижение характеристик материалов, связанное с их старением, и изменившиеся экономические условия требуют особого подхода к модернизации зданий или их реконструкции.

Увеличение несущей способности и трещиностойкости железобетонных элементов традиционно обеспечивается устройством железобетонных обойм, рубашек, наращиванием, объединяемых для надежности сцепления с основной конструкцией с помощью полимерных составов; усилением конструкций внешней листовой арматурой или дополнительной продольной арматурой, омоноличенной полимерраствором в специально выполненных пазах, и другими методами.

Главные недостатки традиционного метода усиления стальными пластинами трудоемкость; «травматичность» для усиливаемой конструкции необходимость в перфорировании, необходимость создавать в усиливаемой конструкции усилия обратного знака и большой интенсивности по отношению к усилиям от нагрузки, что может привести к местным разрушениям и начальным трещинам; большой собственный вес; увеличение габаритов сечений.

Благодаря ряду преимуществ, таких как: малый собственный вес и толщина, высокая способность к линейно-упругому деформированию, стойкость к коррозии, легкость установки - композиционные материалы находят все большее применение в строительстве. Также успех полимеров, армированных волокнами, связан с обеспечением сохранности связи между композитами и основным материалом конструкции в течение всего срока службы конструкции.

Композиционные материалы довольно дорогостоящие по сравнению с материалами для традиционных методов усиления, но в ряде случаев они не имеют альтернативы не только по показателям прочности и сопротивления усталости, но и при усилении конструкций без остановки производственного процесса или при восстановлении уникальных объектов. Несмотря на сравнительно высокую стоимость, композиционные материалы при сравнении стоимости усиления сопоставимы или даже превосходят традиционные строительные материалы, как

по стоимости, так и по таким показателям, как: скорость монтажа, собственный вес, сохранение габаритов усиленной конструкции.

Системы усиления внешним армированием из углепластика конкурентоспособные для обеспечения надежности и долговечности поврежденных конструкций зданий и сооружений. На сегодняшний день это самый «бережный» метод усиления, не требующий значительных трудозатрат, дающий возможность не только в разы увеличить прочность конструкций, но и избежать коррозии элементов конструкций.

Композиционные материалы, армированные волокнами, новые материалы в строительстве. В конце XX века строители обратили на них внимание ввиду уникальных свойств, вследствие чего системы усиления на основе волокон получили широкое распространение во всем мире и оказались наиболее продуктивными для обеспечения надежности конструкций, находящихся на стадии, близкой к исчерпанию несущей способности.

Применение углепластиков позволяет не только повысить прочность таких конструкций, но и увеличить жесткость, тем самым продлив срок эксплуатации.

При выборе метода усиления конструкции в конкретных условиях необходимо учитывать приемлемость того или иного способа с точки зрения нагрузок и технического состояния усиливаемой конструкции, агрессивной среды, пожаро- и взрывоопасности среды, возможности достижения необходимой степени увеличения несущей способности, технологичности и экономичности, возможности выполнения усиления без остановки производства, выполнения работ по усилению в минимальные сроки, уменьшение габаритов помещения.

При усилении следует стремиться к максимальной разгрузки усиливаемых конструкций. В зависимости от цели расчет усиления конструкций производится по условию прочности, по деформациям или по трещиностойкости.

При расчетах необходимо учитывать степень потери несущей способности, потерю сцепления бетона с арматурой. Весьма важным параметром при усилении является наличие или отсутствие предварительного разгружения конструкции перед ее усилением.

Методика выбора оптимального способа усиления различных конструкций, а также методы расчета представлены в ряде нормативных документов, пособий и рекомендаций.

2.6 Состав работ и порядок проведения инженерного обследования для составления технического заключения.

Заключение по итогам обследования технического состояния объекта включает в себя:

- оценку технического состояния (категорию технического состояния);
- материалы, обосновывающие принятую категорию технического состояния объекта;
- обоснование наиболее вероятных причин появления дефектов и повреждений в конструкциях (при наличии);
- задание на проектирование мероприятий по восстановлению или усилению конструкций (если необходимо).

Форма заключений по обследованию приведена в приложениях Б и В ГОСТ 31937-2011. При этом форма может меняться в зависимости от требований Заказчика и особенностей объекта обследования.

Как правило, заключение должно базироваться на результате технического обследования, представленных в техническом отчете о результатах проведения обследования. Отчет должен включать в себя следующие разделы:

- список исполнителей;
- содержание;
- введение;
- общие данные об объекте обследования;
- описание методики проведения обследования (программа обследования);
- результаты обследования;
- поверочные расчеты;
- выводы и рекомендации;
- список литературы;
- приложения (протоколы испытаний, фотофиксация, чертежи, схемы, лицензии и допуски организации, и прочее).

В список исполнителей должны быть включены фамилии и инициалы, должности, ученые степени и звания лиц, принимавших участие в обследовании, а также желательно с указанием выполненных ими работ.

Во введении указывается основание указываются на каком основании выполняется данная работа (№ договора, полные наименования организаций или лиц, заключивших этот договор и т.п.), цели и задачи обследования, сроки проведения обследования и т.д.

В Общих данных об объекте обследования указывается:

- описание окружающей местности,
- описание конструктивной схемы здания, примененных материалов и конструкций
- геометрические размеры здания, количество и высота этажей, функциональное назначение и возраст здания,
- сведения о ремонтах или реконструкции здания,
- наличие архивные материалы по объекту,
- данные об эксплуатации здания и технологических процессах,
- приводятся фотографии общего вида здания, описание общего состояния объекта и т.д.

Методика обследования должна содержать:

- последовательность и способы проведения обследования;
- список приборов и методов для определения контролируемых параметров;
- указание расположения мест вскрытия конструкций и отрывки шурфов;
- количество отбираемых образцов или испытаний для определения физико-механических характеристик материалов конструкций и т.п.

Результаты обследования здания можно разбить на следующие подразделы:

- результаты обмерных работ: указывается с помощью каких приборов проводились обмерные работы, особенности проведения работ, а также приводятся результаты обмеров – составленные обмерные чертежи объекта (планы, фасады, разрезы, узлы сопряжений и др.);
- результаты обследования фундаментов и грунтов, подстилающих их подошву: описывается геоморфология участка, геологические и гидрогеологические условия участка; описываются, характеристики

и состояние грунтов, залегающих непосредственно под подошвой, указываются расчетные характеристики этих грунтов, приводятся результаты определения расчетного сопротивления грунта, карты-схемы распространения грунтов под подошвой фундаментов здания описывается конструкция фундаментов, материалы из которых они выполнены и их прочностные характеристики, приводятся планы расположения шурфов и разрезы по фундаментам (в местах проходки шурфов), карты-схемы глубины заложения подошвы фундамента и т.д., дается заключение о техническом состоянии фундаментов здания.

- результаты обследования вертикальных несущих конструкций (например, стен и колонн): описываются конструкционные материалы основных вертикальных несущих конструкций, толщины стен, сечения колонн, приводятся результаты вскрытий, прочностные характеристики материалов, описываются дефекты и повреждения этих конструкций, приводятся схемы расположения дефектов и повреждений, дефектные ведомости, характерные фотографии, дается заключение о техническом состоянии вертикальных несущих конструкций.
- результаты обследования перекрытий: описываются, конструкционные материалы перекрытий, их конструктивная схема, приводятся схемы раскладки плит перекрытия (расположения балок) и результаты вскрытий, прочностные характеристики материалов, описываются дефекты и повреждения перекрытий, приводятся схемы расположения дефектов и повреждений, дефектные ведомости, характерные фотографии, дается заключение, о техническом состоянии находятся перекрытия.
- результаты обследования покрытия и кровли: описывается, состав и материалы покрытия, приводятся схемы раскладки плит покрытия (расположения ферм, стропил) и результаты вскрытий, прочностные характеристики материалов, описывается, дефекты и повреждения конструкций покрытия, приводятся схемы расположения дефектов и повреждений, дефектные ведомости,

характерные фотографии, дается заключение, о техническом состоянии находятся покрытия и кровли.

- результаты обследования лестниц: описываются материалы и конструктивное исполнение лестницы, приводятся результаты вскрытий, прочностные характеристики материалов, описываются дефекты и повреждения, приводятся схемы расположения дефектов и повреждений, дефектные ведомости, характерные фотографии, дается заключение, о состоянии лестницы
- результаты определения прочности материалов строительных конструкций: приводится методика определения прочности материалов (разрушающими и/или неразрушающими методами), описываются приборы и оборудование, использованное при определении прочности, расположение точек измерения прочностных характеристик, места и количество отобранных образцов и т.п. приводятся результаты определения прочностных характеристик.

Поверочные расчеты должны содержать: перечень задач, решаемых выполнением поверочных расчетов; используемые методы расчета и их обоснование; принятые расчетные схемы и их обоснование; определение действующих нагрузок, результаты расчетов.

Выводы и рекомендации должны содержать: назначение категорий технического состояний объекта и его элементов, обобщение и оценку результатов обследования, сравнительный анализ с результатами поверочных расчетов; обоснование оценки технического состояния конструкций и здания в целом; обоснование условий дальнейшей эксплуатации и способов усиления конструкций и здания в целом, оценку технического состояния конструкций и здания в целом; рекомендации по устранению обнаруженных дефектов и повреждений, либо по усилению как отдельных конструкций, так и здания в целом; рекомендации по условиям дальнейшей эксплуатации здания.

Список использованных источников должен содержать сведения об источниках, использованных при составлении отчета.

В приложения рекомендуется включать материалы, связанные с выполненными обследованиями и с анализом полученных результатов, которые по каким-либо причинам не целесообразно включать в другие элементы отчета. Например, копию технического задания; программу обследования; копии проектной и другой документации; протоколы испытаний и замеров; документы о поверке аппаратуры и приборов, использованных при проведении обследования; иллюстрации вспомогательного характера; технические решения по усилению конструкций и др. материалы.

2.7 Мониторинг состояния строительных конструкций зданий и сооружений

На сегодняшний день особое значение приобретает проблема контроля технического состояния сооружений с целью предупреждения возникновения аварийных ситуаций. При этом, контроль технического состояния сооружений должен носить систематический характер. Данную процедуру принято называть мониторингом технического состояния сооружения, который проводится периодически или в автоматическом режиме с помощью разнообразных инструментальных средств.

Мониторинг (monitor-лат.) – специально организованное, систематическое наблюдение за состоянием объектов, явлений, процессов с целью их оценки, контроля или прогноза.

Как правило, мониторинг следует организовывать:

- при строительстве или реконструкции сооружений уникальных, а также новых или недостаточно изученных конструкций сооружений и их фундаментов;
- при строительстве или реконструкции объектов в сложных инженерно-геологических условиях;
- для существующих объектов, попадающих в зону влияния нового строительства в условиях тесной городской застройки, а также в других случаях, предусмотренных техническим заданием.

Цели мониторинга сооружений:

- обеспечение безопасности людей;
- недопущение моральных, материальных и финансовых потерь.

Задачи мониторинга сооружений:

- контроль технического состояния системы «основание – сооружение»;
- выявление фактов незапланированных воздействий на сооружение;
- отслеживание образования и развития повреждений в элементах конструкций;
- прогнозирование изменения технического состояния элементов конструкций через контроль их напряженно-деформированного состояния.

Мониторинг включает в себя:

- систему наблюдений за надземными и подземными конструкциями строящегося или реконструируемого здания или сооружения, существующих зданий и сооружений, попадающих в зону его влияния, а также за массивом грунта, прилегающего к подземной части объекта, включая подземные воды;
- оценку результатов наблюдений и сравнение их с проектными (расчетными) данными;
- прогноз на основе результатов наблюдений изменения состояния строящегося или реконструируемого сооружения, существующих объектов в зоне его влияния, а также массива грунта, включая подземные воды;
- разработка технических решений предупреждения и устранения отклонений, превышающих нормативные показатели;
- контроль за выполнением принятых решений.

По функциональному назначению выделяются такие разделы мониторинга как:

– *объектный* – все виды наблюдений за состоянием оснований, фундаментов и несущих конструкций объектов;

– *геолого-гидрогеологический* – система наблюдений за изменением состояния грунтов, уровней и состава подземных вод, за деструктивными процессами: эрозия, оползни, карстово-суффозионные явления, оседания земной поверхности, а также за состоянием температурного, электрического и других физических полей;

– *эколого-биологический* – системы наблюдений за изменением окружающей природной среды, радиационной обстановки и др.;

– *аналитический* – анализ и оценка результатов наблюдений, выполнение расчётных прогнозов, сравнение прогнозируемых параметров с результатами измерений, разработка мероприятий по предупреждению или устранению негативных последствий вредных воздействий и недопущению интенсивности их воздействий.

Как показывает опыт, мониторинг далеко не всегда способен обезопасить от возможности аварийного разрушения, особенно, когда оно носит быстротечный характер, но во многих случаях он все-таки позволяет прогнозировать приближение аварийных ситуаций и принимать соответствующие меры для их предотвращения.

Для получения объективной информации о техническом состоянии сооружения необходимо выполнять периодический стандартный набор работ по обследованию и диагностике конструкций. Данный метод ведения наблюдений не рассматривается как альтернативный, а является основополагающим и обязательным элементом общей системы мониторинга. Таким образом, процедуры обследования и мониторинга существуют в неразрывной связи и являются взаимодополняющими элементами системы контроля технического состояния конструкций объектов. Инженерное обследование технического состояния конструкций объекта является базовой составляющей мониторинга.

Геодезический мониторинг технического состояния

На сегодняшний день, в мире достаточно много технологий позволяющих проводить мониторинг технического состояния сооружений, однако основным методом был и остаётся геодезический мониторинг.

Пространственные перемещения узлов и элементов конструкций позволяют напрямую, без трудоёмких расчётов, оценить технического состояние сооружения и оперативно принять решение о возможности дальнейшей эксплуатации.

Как позывает практика, случаются различные ситуации:

1. Состояние сооружения предаварийное и необходимо срочно выводить людей, замораживать стройку, реконструкцию и т.д.

2. Пространственные перемещения (осадки) присутствуют, однако, для оценки степени их опасности необходимо более детальное рассмотрение, моде-

лирование конструкций в расчётных комплексах с учётом полученных перемещений.

3. Вся процедура мониторинга включает в себя следующие основные этапы:

4. Разработка проекта мониторинга;

5. Установочный этап с измерением начальных параметров сооружения;

6. Текущие этапы мониторинга.

Проект геодезического мониторинга разрабатывается в соответствии с требованиями нормативных документов, инструкций и рекомендаций по деформационному мониторингу, а также инструкций по технике безопасности. К числу основных руководящих материалов относятся следующие:

1. ГОСТ 24846-2019 Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений;

2. ПТБ-88 Правила по технике безопасности на топографо-геодезических работах. М.. Недра. 1991г.;

3. Пособие к МГСН 2.07.01 Обследование и мониторинг при строительстве и реконструкции зданий и сооружений;

4. Дополнение пособию к МГСН 2.07.01

Цикличность проведения геодезического мониторинга

Цикличность проведения геодезического мониторинга в ходе строительства должны быть увязаны с этапами и календарным графиком строительства.

Цикличность проведения мониторинга в ходе эксплуатации определяется по техническому заданию, согласованному с главным проектировщиком объекта (начальником службы эксплуатации) с учётом ответственности и уникальности сооружения, характером возможных деформаций и их роста, а также может быть связана с таянием снега, повышением уровня грунтовых вод, интенсивность близлежащего строительства.

Таким образом, цикличность мониторинга может составлять: 1 раз в 2 недели, 1 раз в месяц, 1 раз в три месяца и т.д.

Принципиальная схема мониторинга

Принципиальная схема мониторинга несущих конструкций сооружения заключается в организации и выполнении высотных и плановых циклов инструментального геодезического контроля деформаций несущих строительных конструкций. Высотные и плановые деформации наблюдаемых конструкций нахо-

дятся по разностям высот и координат деформационных марок в текущем цикле наблюдений и исходном (первом). Высоты и координаты деформационных марок в каждом цикле определяются от пунктов опорной планово-высотной геодезической сети объекта, расположенной вне возможных деформаций, возникающих при эксплуатации объекта мониторинга.

Для организации и проведения комплексного мониторинга необходимо:

1. Создать опорную плановую и высотную геодезическую сеть, относительно которой будут определяться плановые и высотные деформации несущих конструкций.

2. Создать плановую и высотную деформационную сети в виде деформационных высотных и плановых марок, закреплённых на наблюдаемых конструкциях.

3. Проводить периодические циклы высотных наблюдений по определению отметок деформационных марок от опорных реперов (методом геометрического нивелирования).

4. Проводить периодические циклы по определению плановых координат деформационных марок от опорных пунктов (методом линейно-угловых измерений).

5. Проводить обработку результатов наблюдений в каждом цикле и передавать полученные результаты Заказчику после анализа соответствия расчётных деформации проектным для принятия оперативных решений.

Для выбора приборов и методов проведения инструментального мониторинга осуществляется предрасчёт точности построения геодезических сетей и точности измерения деформаций. Например для зданий и сооружений: исторической застройки, аварийных, технически сложных и т.д. допускается устанавливать I класс точности измерений вертикальных и горизонтальных перемещений.

Плановый мониторинг несущих конструкций

В соответствии с ГОСТ 24846-2019 и исходя из условий объекта, плановый мониторинг несущих конструкций, зачастую, проводится линейно-угловым методом.

В ходе проведения планового цикла мониторинга с пунктов опорной сети полярным методом определяются координаты плановых деформационных марок, закреплённых на наблюдаемых конструкциях.

В случае уникальных сооружений, когда процедура мониторинга усложняется перепадами высот сооружения, изменением температур на улице и внутри сооружения и т.д., возможно создание опорной геодезической сети состоящей из двух сетей. В таком случае одна опорная геодезическая сеть принимается исходной и закрепляется пунктами вне зоны деформаций от наблюдаемого объекта. Она создаётся для наиболее удобного выполнения измерений по деформационным маркам. Координаты пунктов внутренней опорной сети находятся из обратной линейно-угловой засечки на пункты внешней опорной сети.

Размещение и установка опорных плановых пунктов и плановых деформационных марок

К пунктам опорной геодезической сети, участвующим в наблюдениях за горизонтальными перемещениями, предъявляются два основных требования:

- пункты должны быть стабильными;
- в течение всего периода наблюдений к ним необходим беспрепятственный и удобный доступ для установки геодезических приборов.

Рисунок 2.4 – Пластиковый катафотный отражатель ОП 50

Рисунок 2.5 – световозвращающая минипризма Seco 25мм

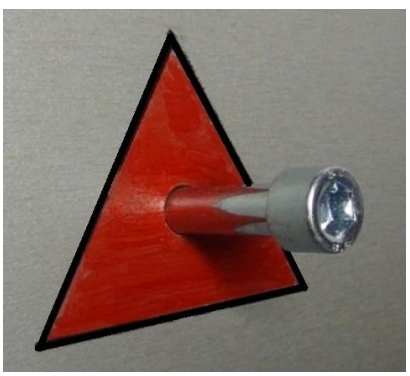

Рисунок 2.6 – Примеры осадочных деформационных марок

Учитывая данные требования, опорные пункты плановой сети, закрепляются катафотными пластиковыми отражателями , или более дорогостоящими, но более точными световозвращающими минипризмами на близлежащих зданиях вне зоны деформации объекта мониторинга, пункты высотной геодезической сети закрепляются марками анкерного типа. Деформационные марки также закрепляются катафотными пластиковыми отражателями, или минипризмами на несущих конструкциях сооружения.

3. МЕТОДЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И УСИЛЕНИЯ ОСНОВАНИЙ И СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

3.1 Общие данные

С течением времени повышается актуальность проблемы сохранности зданий и сооружений различного функционального назначения, что обуславливается их естественным старением, воздействиями, возникающими при чрезвычайных ситуациях (землетрясение, пожар, наводнение и т.п.), реконструкцией зданий и техническим перевооружением предприятий. Естественное старение проявляется вследствие физического и морального износа, наличия различных дефектов и повреждений, вызванных некачественным изготовлением конструкций и нарушением норм производства строительно-монтажных работ, коррозией материалов, механическими воздействиями, нарушением правил эксплуатации и условий технологических процессов производства.

Необходимость в восстановлении или усилении оснований и строительных конструкций в процессе их эксплуатации возникает как при реконструкции и техническом перевооружении зданий и сооружений, так и вследствие физического износа и различных повреждений, вызванных коррозией материалов, механическими воздействиями, воздействиями агрессивной среды, некачественным изготовлением конструкций и нарушением норм производства строительно-монтажных работ, нарушением правил эксплуатации и условий технологии производства.

Основной целью восстановления или усиления конструкций и оснований зданий и сооружений является обеспечение или повышение их несущей способности и нормальной эксплуатации. Необходимость в восстановлении или усилении конструкций и грунтов оснований может быть вызвана следующими причинами:

- снижением несущей способности или эксплуатационных характеристик при наличии в них дефектов и повреждений;
- увеличением нагрузок, а также изменением расчетных схем элементов в процессе реконструкции зданий и сооружений и т.д.

Следует отметить некоторые специфические вопросы, которые возникают при решении проблемы восстановления или усиления грунтов оснований и конструкций, такие как:

- установление причин ослабления грунтов оснований или повреждения конструкций. Нельзя проектировать и проводить работы по восстановлению или усилению не зная их, так как эти знания позволяют целенаправленно выбрать оптимальный метод восстановления или усиления и назначить дальнейшие условия эксплуатации;
- разработка проектов восстановления или усиления является обособленной областью конструкторской деятельности. Конструктор должен не только понимать работу конструкции, но и предвидеть как тот или иной метод восстановления или усиления отразится на ее работе после восстановления или усиления, а также на работе сопрягаемых с ней конструкций.

Необходимость в восстановлении или усилении оснований и конструкций определяется по результатам поверочных расчетов, выполняемых с учетом их фактического состояния. Окончательное техническое решение по восстановлению или усилению принимается на основании сравнения вариантов возможного их исполнения, при этом следует отдавать предпочтение методам, позволяющим максимально использовать существующие конструкции.

Учитывая, что восстановление и усиления являются достаточно сложным, как с расчетной, конструкторской, так и с технологической и организационной точек зрения, правильный выбор варианта восстановления или усиления является важной задачей. В связи с этим при обосновании принимаемого варианта следует руководствоваться следующими рекомендациями:

- производить реализацию работ без остановки производства или с минимальными остановками для производственных зданий и без прекращения эксплуатации для жилых и гражданских зданий;
- предусматривать минимальные объемы демонтажных работ;
- планировать минимальные сроки для выполнения работ;
- предусматривать минимальное вмешательство в объемно планировочное решение внутренних помещений здания;
- применять доступные недефицитные материалы и несложную технологию выполнения работ;
- использовать относительно легкий доступ для выполнения работ с минимальными объемами подготовительных операций;

- при разработке проекта восстановления или усиления принимать более четкую и простую расчетную схему, позволяющую достоверно оценить несущую способность усиленной конструкции.

В условиях действующего предприятия решающее значение для выбора предпочтительного варианта могут иметь требования о возможности осуществления работ без остановки производства или в минимальные сроки, даже при лее высокой их стоимости.

Выбранный метод усиления должен удовлетворять следующим требованиям:

- быть органичным, т.е. не должен приводить к снижению несущей способности смежных участков здания, по возможности способствовать повышению несущей системы здания или сооружения в целом;
- быть приспособленным, т.е. не нагромождать помещение дополнительный элементами, затрудняющими выполнение технологических процессов, и ухудшать внешний вид помещений;
- учитывать конкретные условия производства работ (стесненность монтажной площадки, систему освещения и вентиляции, технологические ограничения, наличие повышенной пожаро- и взрывоопасности и т.п.);
- учитывать перспективы развития производства, возможность проведения реконструкций, модернизаций;
- допускать максимальное использование старых конструкций;
- обеспечивать одинаковую долговечность усиливающего и усиливаемого элементов и, по возможности, различных конструктивных элементов здания фундаментов, стен, перекрытий и пр.);
- стремиться к массовости (серийности) работ по восстановлению или усилению конструкций;
- применять унификацию элементов и деталей восстановления и усиления с учетом отклонения размеров восстанавливаемых и усиливаемых конструкций от проектных;
- обеспечивать надежное и плавное включение усиливающего элемента в работу усиливаемой конструкции. В необходимых случаях исполь-

зуют искусственное регулирование усилий и временную разгрузку конструкций.

При усилении или изменении условий работы сохраняемых конструкций следует обеспечивать как минимум их работоспособное состояние. Конструкции, находящиеся в ограниченно работоспособном состоянии, при обеспечении необходимого контроля допускается не усиливать на период от проведения обследования до реконструкции.

Все работы по восстановлению и усилению конструкций рекомендуется выполнять при наличии проекта организации строительства (ПОС) и проекта производства работ (ППР) и в полном соответствии с ними.

Степень совмещения работ по восстановлению или усилению конструкций с основной деятельностью предприятия определяется с учетом объемно-планировочной компоновки здания; возможности устройства проемов и проездов для строительных машин и механизмов, учета наличия действующего технологического оборудования, внутрицехового транспорта, установок с высоким напряжением и т.п.; агрессивности среды предприятия; требований техники безопасности.

В некоторых случаях объем работ по восстановлению или усилению удаётся сократить или вообще отказаться от них. Резервы несущей способности при этом в сохраняемых конструкциях можно выявить следующими путями:

- уменьшить усилия в элементах за счет совместной или пространственной работы в несущей системе каркаса и учета фактически действующих нагрузок;
- уточнить физико-механические характеристики материалов элементов и их соединений;
- уменьшить нагрузки от собственного веса ограждающих конструкций, заменив их на более легкие (профилированный лист, эффективные утеплители, «сэндвич» панели).
- снизить нагрузки от мостовых кранов, ограничив их сближение;
- изменить конфигурацию кровли с целью устранения снеговых мешков.

Несмотря на имеющееся в настоящее время большое разнообразие принципиальных методов восстановления несущих конструкций зданий и сооружений

из различных материалов в ряде случаев они имеют недостатки, к которым относятся:

- большинство известных способов усиления являются пассивными, т.е. когда элементы усиления включаются в работу практически при полном отказе конструкции;
- недостаточно разработаны теоретически и экспериментально подтвержденные методы расчета и конструирования усиления;
- не учитываются особенности и специфика совместной работы усиливаемого и усиливающего элементов;
- не оговариваются технологические аспекты по выполнению работ по восстановлению или усилению (подготовка элементов, последовательность выполнения усиления, виды контроля и т.п.).

В связи с отмеченным и увеличением объёмов реконструктивных работ должны получить дальнейшее развитие исследования как в теоретическом, гак и экспериментальном направлениях по изучению указанных проблем.

3.2 Классификация методов восстановления и усиления строительных конструкций

Способы восстановления и усиления поврежденных конструкций зданий в значительной степени могут отличаться как по технико-экономическим показателям, так и по технологии выполнения, вследствие чего правильный их выбор в каждом конкретном случае является чрезвычайно важным. Поспешное и неграмотное усиление или восстановление может привести к излишним неоправданным затратам, увеличить сроки выполнения работ, а иногда вызвать нежелательные результаты.

Методы восстановления и усиления элементов зданий можно классифицировать по следующим признакам:

- по характеру, степени и причинам проявления дефектов и повреждений - усиление при трещинообразовании, деформациях, взаимных смещениях элементов; устранение незначительных, средних и сильных повреждений; укрепление при осадках фундаментов, агрессивном воздействии среды, перегрузках и т.п.

- отношению к объему здания - общее укрепление несущей системы здания, усиление или восстановление отдельных конструктивных элементов, узлов, отдельных участков здания;
- по конструктивным схемам зданий - укрепление зданий каркасных и бескаркасных, одноэтажных и многоэтажных, монолитных и сборных, из мелкоштучных материалов и из крупноразмерных элементов и пр.;
- по конструктивным элементам здания - усиление или восстановление фундаментов, стен, перекрытий, балок, плит, колонн и пр.;
- по виду напряжённого состояния усиливаемого или восстанавливаемого элемента — при одноосном или двухосном, плоском или пространственном напряженном состояниях; сжатии, растяжении, изгибе, сдвиге, кручении и пр.;
- по характеру нагрузок и воздействий - усиление или восстановление элементов находящихся при статическом нагружении и элементов, подвергающихся динамическим воздействиям;
- по материалу усиливаемой и усиливающей конструкции - усиление металлических, бетонных, железобетонных, каменных, деревянных, полимерных конструкций (или конструкциями);
- по условиям эксплуатации - усиление или восстановление конструкций, находящихся под воздействием агрессивных сред, низких или высоких температур, повышенной влажности, вибрации и пр.;
- по поставленной задаче - повышение прочности, устойчивости, жесткости, трещиностойкости и пр.

3.3 Общее укрепление несущей системы здания или сооружения

Общее укрепление несущей системы здания или сооружения производится при общих деформациях, снижении их пространственной жесткости. Примерами могут служить деформации грунтов оснований, сейсмические, вибрационные и прочие воздействия динамического характера, приводящие к расстройству и ослаблению стыков и соединений, выключению связевых элементов, нарушению статической схемы работы сооружения.

В зависимости от причин, вызвавших нарушение пространственной жесткости и неизменяемости здания общее укрепление может быть достигнуто:

- укреплением грунтов оснований и усилением фундаментов;
- повышением жесткости надземной части здания;
- приспособлением здания к внешним воздействиям.

При повреждениях зданий, связанных с деформациями грунтов оснований, наиболее эффективно укрепление грунтов или усиление фундаментов. Но часто подобное усиление не может быть осуществлено из-за трудоемкости выполнения, отсутствия соответствующей технологии, особенностей строения грунтов основания. В этом случае, а также при других видах воздействий (сейсмика, взрывы и прочее) производится усиление надземной части здания. При этом различаются два принципиально разных, в определенной степени противоречащих друг другу, подхода - повышение пространственной жесткости здания и приспособление его к внешним воздействиям.

Более предпочтительным решением является обеспечение жесткости здания. Однако, в ряде случаев возникает опасность потери прочности несущих элементов, так как ограничение деформативности, как правило, вызывает возрастание напряжений. Кроме того, повышение жесткости приводит к возрастанию частоты собственных колебаний сооружения, что при определенных характеристиках динамических воздействий, в том числе сейсмических, может повысить опасность резонансных явлений. Поэтому усиление путем повышения жесткости несущей системы здания приемлемо при отсутствии (или исключении) подобных ситуаций. В противном случае работоспособность здания может быть сохранена приспособлением его к внешним воздействиям путем понижения жесткости узлов, стыков, выключения лишних связей.

3.4 Повышение жесткости надземной части здания

Повышение жесткости надземной части здания осуществляется:

- устройством дополнительных жестких дисков и блоков во внутренней структуре здания - диафрагм, ядер жесткости, поясов;
- пристройкой дополнительных жестких дисков и блоков - контрфорсов, балконов, эркеров, зданий и прочее;
- повышением жесткости несущих элементов и систем здания - колонн, ригелей, поперечных рам;
- креплением к внешним сооружениям и анкерным устройствам;
- объемным обжатием.

Дополнительные жесткие диски, блоки и пояса располагают так, чтобы они были ориентированы поперек направлению основного возмущающего фактора, приводящего к снижению жесткости здания.

Устройство диафрагм и поясов во внутренней структуре здания, ввиду эффективности и сравнительной простоте выполнения, является наиболее распространенным методом повышения жесткости зданий. Диафрагмы и ядра жесткости по высоте устраивают на всю высоту или в части здания по высоте, а в плане, по возможности, располагают симметрично для исключения скручивающего эффекта. Пояса жесткости устраивают на всю длину или ширину здания с растянутой стороны или на нескольких уровнях по высоте здания. Пояса, расположенные на разных уровнях, в целях обеспечения их совместной работы эффективно стягивать тяжами.

Диафрагмы и жёсткие пояса находят большее применение в каркасных зданиях, а контрфорсы - в бескаркасных.

Устройство дополнительных пристроенных блоков к основному зданию преимущественно применяется при необходимости повышения жесткости здания на горизонтальные воздействия. Достоинством данного метода является получение дополнительных площадей.

Повышение жёсткости здания путём увеличения жесткости несущих элементов, узлов и отдельных систем (поперечных рам) практикуется в зданиях со стержневыми несущими элементами (каркасных, каркасно-стеновых). Метод не всегда достаточно эффективен, поэтому применяется при ограниченных по объёмам внутренних помещениях, а также необходимости параллельного увеличения несущей способности элементов и узлов.

Объемное обжатие и гибкие пояса, главным образом, применяют в бескаркасных зданиях. В каркасных зданиях при объемном обжатии необходимо предусматривать меры по обеспечению устойчивости стержневых элементов.

Крепление оттяжками к существующим сооружениям или анкерным устройствам чаще применяется как временная мера.

3.5 Укрепление каркасных зданий

Отличительной особенностью каркасных зданий является четко выраженное разделение элементов на несущие и ненесущие, сравнительно высокая степень соответствия расчетной схемы реальной работе сооружения.

Рядовые ячейки диафрагм и поясов жёсткости образуются устройством стальных связей: крестовых, раскосных, полураскосных и др. Диафрагмы по ширине, а пояса по высоте устраивают размером в одну-две ячейки, чаще на всю высоту или ширину здания, в случае необходимости элементы жесткости могут быть устроены по всему полю покрытия или фахверка.

Установка дополнительных связей из стальных профилей является наиболее доступным, простым и эффективным методом повышения жесткости зданий, поэтому чаще других методов встречается в практике усиления каркасных зданий. Однако, данная схема может оказаться неприемлемой, если дополнительные связи ограничивают внутренние пространства помещений, препятствуют технологическому процессу.

Конструктивно стержневые элементы связей подразделяются на гибкие, ограниченно жесткие и жесткие. Гибкие связи выполняют из стержневой арматуры, фасонного проката небольшой жесткости (круглая, квадратная сталь, уголки). Такие элементы работают только на растяжение. Ограниченно жесткие стержни выполняются из не балочных прокатных профилей (труб, гнутосварных профилей) или составных уголков и работают на осевые усилия - растяжение и сжатие. Жесткие элементы выполняются из балочных прокатных профилей (двутавров, швеллеров) или составных элементов и воспринимают помимо осевых усилий, также и изгибающие моменты.

Колонны и балки в местах крепления связей проверяются на действие перерезывающей силы.

Значительно реже для образования диафрагм жесткости в каркасных зданиях применяют железобетонные панели или монолитный железобетон.

Следует отметить, что кирпичное заполнение не всегда обеспечивает жесткость ячейки каркаса. Необходимая жесткость кирпичной кладки заполнения может быть достигнута при её усилении арматурными сетками в слое торкретбетона.

При устройстве диафрагм в каркасных зданиях с рамной системой, здание из рамной превращается в рамно-связевую, поэтому вносятся принципиальные изменения в работе конструкций перекрытия - они должны обладать необходимой жесткостью для распределения горизонтальных нагрузок между удаленными друг от друга диафрагмами. Поэтому может оказаться необходимым обеспечить достаточную жесткость покрытий и перекрытий путем увеличения проч-

ности связей между отдельными плитами, установкой дополнительных связевых элементов, увеличением жесткости самих плит перекрытий и покрытия.

Использование подкосов для повышения жесткости узлов обладает простотой, достаточно эффективно, но применимо только в случае, если это позволяют габариты внутренних помещений, например, для обеспечения проезда мостового или подвесного крана. Устройство жесткого стыка вместо шарнирного не ограничивает габариты помещений, но является трудоемким и сложным в исполнении. Кроме того, требуется разборка конструкций кровли или междуэтажного перекрытия, как для удобства выполнения работ, так и в целях обеспечения эффективного включения усиленного стыка в работу поперечной рамы. Данная схема может быть рекомендована при стесненных условиях в производственных зданиях, а также в гражданских каркасных зданиях. Для повышения жесткости рамы на действие горизонтальных нагрузок могут быть усилены колонны.

При воздействии сейсмических нагрузок особенность каркасных зданий состоит в том, что частичная потеря устойчивости сооружения наступает только тогда, когда большинство несущих элементов и узлов сопряжения почти утратило несущую способность. Поэтому вопрос о повышении жесткости каркаса, рассчитанного с учетом сейсмики ставится редко. Повышение жесткости каркасных зданий чаще связано с взрывными, вибрационными воздействиями, а также неравномерными деформациями грунтов оснований.

3.6 Укрепление бескаркасных зданий

Особенностью бескаркасных зданий (каменных, крупнопанельных, крупноблочных, монолитных) является отсутствие четко выраженного разделения элементов на несущие и ненесущие, высокая степень статической неопределимости и перераспределение усилий, сложное напряженное состояние несущих элементов. В результате - большое количество расчетных предпосылок и приближенность оценки напряженно-деформированного состояния элементов и узлов. Кроме этого, ввиду недоступности многих ответственных участков для обследования (стыков, арматуры и др.) имеются сложности в установлении действительного состояния конструкций.

Поэтому укреплению несущей системы бескаркасных зданий должен предшествовать большой объем изыскательских работ, тщательный анализ напряженно-деформированного состояния по нескольким расчетным схемам, глу-

бокая вариантная проработка методов усиления. Немаловажную роль в выборе метода усиления играет интуиция инженера.

Дополнительные элементы жесткости внутренней структуры диафрагм, пояса, обоймы, ядра жесткости обычно сочетают со стенами, элементами вертикальных и горизонтальных коммуникаций (лестницами, лифтовыми шахтами, мусоропроводами и т.д). Пристроенные элементы жесткости могут найти функциональное применение - эркеры, лоджии, балконы, террасы, входные навесы, галереи и т.д. Пристроенные объекты могут быть разнообразными по форме и функциональному назначению, разрабатываться в различных конструктивных системах - каркасной, каркасно-стеновой, стеновой; и разной конфигурации - прямоугольной, треугольной и т.д.

Поскольку бескаркасные здания - жилые, гражданские - определяют архитектурный облик местности, а также должны обеспечить внутренний комфорт и уют, выбор метода усиления определяется с учетом решения этих вопросов.

При решении задач по укреплению несущей системы бескаркасных зданий следует иметь в виду, что крупнопанельные здания со сборными элементами армированными с учетом транспортных и др. воздействий и связанными на арматурных выпусках, петлях, закладных деталях обладают достаточно высокой жесткостью, особенно при перекрестно-стеновой несущей системе. В таких зданиях особое внимание должно быть уделено усилению опорных участков несущих элементов, обеспечению надежности закладных деталей. Наименьшей жесткостью обладают каменные здания, в промежуточном положении находятся крупноблочные.

3.7 Приспособление зданий к внешним воздействиям

Как известно, в статически неопределимых системах при возникновении вынужденных деформаций происходит перераспределение усилий и, соответственно, нарушается естественное напряженное состояние. Часть элементов разгружается, а часть догружается. При малых запасах несущей способности, а также наличии дефектов и повреждений догруженные элементы могут потерять несущую способность.

Однако, с понижением жесткости систем повышается вероятность развития осадочных деформаций, так как несущая система перестает сопротивляться осадкам, а также нарушается геометрия здания. Это может привести к нарушению пригодности здания к нормальной эксплуатации, например, проезду мос-

тового крана, а также концентрации напряжений в отдельных опорных участках несущих конструкций. Поэтому понижение жесткости здания рекомендуется, если при этом: исключаются местные перенапряжения элементов в узлах, сохраняется нормальное функционирование здания или принимаются меры по его обеспечению (путем выверки подкрановых балок, регулировки опор технологического оборудования и пр.), а также в случаях, когда другими методами не удается исключить возникновения аварийной ситуации.

В случаях, когда позволяет конструктивная схема здания, при неравномерных осадках может оказаться целесообразным разделение здания на отдельные блоки. Для обеспечения жесткости образовавшихся отдельных блоков при необходимости устраиваются дополнительные диафрагмы жесткости - стены.

3.8 Восстановление и усиление конструкций и их элементов

В настоящем разделе приводятся общие сведения о восстановлении и усилении конструкций. Более подробные сведения о восстановлении и усилении конструкций из различных материалов представлены в последующих разделах.

Схемы усилений конструкций и их конструктивных элементов можно разделить на следующие группы:

- увеличение сечения путем устройства дополнительных элементов, повышающих расчетные характеристики сечения;
- изменение конструктивной схемы путем устройства дополнительных элементов, перераспределяющих силовые потоки на другие, менее нагруженные, элементы несущей системы здания;
- регулирование напряжений или усилий - путем устройства дополнительных предварительно напрягаемых элементов и устройств, позволяющих значительно изменить напряженно-деформированное состояние усиливаемых конструкций.

Кроме указанных, могут применяться разгрузка, повышение прочности материала усиливаемого элемента, а также перераспределение нагрузок устройством промежуточных опор для более благоприятной передачи нагрузок на усиливаемые элементы. При перераспределении нагрузок конструктивная схема усиливаемого элемента не меняется.

Каждый из этих способов может применяться самостоятельно или в комбинации с другими.

3.9 Усиление увеличением сечения

Усиление увеличением сечения (наращиванием) в зависимости от материала усиливаемого и усиливающего элементов осуществляется прикреплением дополнительных штучных элементов или замоноличиванием.

Усиливающий элемент может быть предусмотрен как из аналогичного с усиливаемым элементом материала, так и из другого материала.

При конструктивном оформлении усиления увеличением сечения следует придерживаться следующих требований:

- обеспечивать надежную совместную работу усиливающего и усиливаемого элементов как на силовые, так и на температурные и другие воздействия, в соответствии с принятой схемой их соединения;
- назначать места обрыва элементов усиления в участках упругой работы материала усиливаемых конструкций, избегать резких концентраторов напряжений. Перенапряженные растянутые элементы усиливают с обязательным доведением дополнительных элементов до узлов; сжатые элементы могут быть усилены только на части пролета: изгибаемые - в соответствии с эпюрой изгибающих моментов.

Учитывая, что усиливающий элемент увеличивает не только площадь сечения, но и момент инерции, а также меняет силовые потоки, следует располагать его по сечению усиливаемого элемента, предусматривая максимальное использование расчетных характеристик усиленного сечения.

В зависимости от вида напряжённого состояния исходного элемента следует располагать:

- в изгибаемых элементах, если нет опасности потери устойчивости, то с максимальным удалением от нейтральной оси исходного сечения для повышения момента сопротивления в плоскости изгиба;
- в центрально растянутых элементах - симметрично по сечению не нарушая положения центра тяжести сечения;
- во внецентренно растянутых элементах добиваясь совмещения оси действия продольного усилия, приложенной внецентренно относительно исходного сечения, с нейтральной осью усиленного сечения;
- в центрально сжатых элементах - не нарушая положения центра тяжести стремясь к увеличению радиуса инерции в обеих плоскостях;

- во внецентренно сжатых элементах повышая радиус инерции в обеих плоскостях одновременно добиваясь совмещения нейтральной оси с точкой приложения продольного усилия.

Усиливающий и усиливаемый элементы, в зависимости от способа взаимного скрепления, могут работать совместно, как единая конструкция или раздельно, с перераспределением возникающих усилий соответственно жесткостным характеристикам сечений.

3.10 Усиление изменением конструктивной схемы

Усиление изменением конструктивной схемы является одним из наиболее эффективных методов усиления, особенно для изгибаемых элементов. Сущность метода заключается в устройстве дополнительных конструкций, перераспределяющих силовые потоки на менее нагруженные элементы несущей системы здания или уменьшающие расчетные пролеты элементов. В литературе метод иногда называется методом подведения разгружающих конструкций (или опор) или методом частичной разгрузки.

В зависимости от вида разгружающей конструкции, перераспределение усилий достигается уменьшением расчетного пролета, повышением изгибной жёсткости усиленного сечения и созданием более благоприятного потока внутренних усилий.

Различают следующие методы усиления изменением конструктивной схемы:

- устройство дополнительных опорных стоек или подкосов, рам, подвесок;
- подведение разгружающих балочных конструкций;
- вынос опор;
- повышение жесткости узлов.

При усилении конструкций путем изменения конструктивной схемы необходимо:

- учитывать перераспределение усилий и обеспечивать несущую способность смежных конструкций, элементов, узлов;
- учитывать дополнительные усилия и напряжения при повышении статической неопределимости конструкций от температурных и прочих воздействий;

- обеспечивать сохранность, местную прочность и местную устойчивость усиливаемой конструкции (свесов полок и стенок стальных балок, закладных деталей железобетонных конструкций и т.д.), предусматривая в необходимых случаях дополнительные ребра и диафрагмы в стальных элементах, анкерные устройства в железобетонных и т.д.;
- предусматривать в конструктивных решениях элементов и узлов возможность компенсации несовпадения размеров существующих и новых конструкций.

По конструктивному исполнению усиление изменением конструктивной схемы изгибаемых элементов выполняется устройством: подкосных стоек, опорных стоек, порталов, рам, подвесок, шпренгелей, балок, затяжек, выносных опор, жестких узлов.

Указанные методы усиления можно классифицировать как усиление подведением жестких, упругих или гибких разгружающих конструкций.

Жесткие разгружающие конструкции применяют в случаях, когда необходимо значительно увеличить несущую способность или разгрузить существующие конструкции. Усиливаемые элементы необходимо проверить на действие поперечных сил в местах новых опор. В необходимых случаях выполняют усиление сечений в опорных участках.

Недостатком устройства дополнительных опорных стоек на 1-м этаже является необходимость установки их на дополнительных фундаментах. При этом трудно избежать осадок опор, как следствие, эффективного включения стоек в работу усиливаемой конструкции. В этом случае рекомендуется предварительное обжатие грунта под фундаментом усилием, равным расчетной нагрузке. Устройство жестких опор в виде подкосов, порталов является более предпочтительным, особенно, для верхних этажей.

Упругие разгружающие конструкции в виде балок довольно часто применяются на практике. Разгружающие балки могут располагаться как снизу, так и сверху усиливаемой конструкции (перекрытия) в зависимости от требований к габаритам верхнего и нижнего помещений, а также конструктивного оформления узловых соединений.

Гибкие разгружающие конструкции в виде расчалок, затяжек применяются реже, в тех случаях, когда это позволяют габариты и несущие конструкции верхнего помещения.

Усиление сжатых стоек изменением конструктивной схемы применяется относительно редко, так как, как правило, требуются дополнительные пространства. Конструктивно усиление осуществляется путем устройства распорок, растяжек, подкосов, шпренгелей, параллельных затяжек и стержней, выносных опор, жестких узлов.

Для усиления растянутых элементов метод усиления изменением конструктивной схемы не применяется.

Метод усиления конструкций изменением конструктивной схемы, в целом, достаточно эффективен, технологичен, прост в исполнении, однако не всегда может быть реализован, т.к. наличие большого количества выступающих частей ограничивает внутренние габариты помещений, портит их внешний вид.

3.11 Усиление регулированием напряжений

Способ усиления конструкций, предусматривающий регулирование напряжений, позволяет уменьшить усилия, действующие в конструкции. Преимущество данного метода усиления также состоит в том, что усиление может производиться без разгрузки и остановки технологического процесса.

Регулирование усилий достигается предварительным напряжением усиливающих элементов до необходимого уровня. Применяются электротермический или механический способы натяжения.

При электротермическом способе предварительно нагретый металлический стержень непосредственно приваривается к усиливаемому элементу или заводится за специально установленное анкерное устройство. Температура нагрева принимается 300...350 °С. В обычных условиях нагрев может быть осуществлен с применением сварочных трансформаторов.

Для механического натяжения затяжек, шпренгелей применяют: гидравлические домкраты, болтовые соединения натягиваемые динамометрическими ключами, винтовые распорки и стяжки, натяжные параллелограммы, полиспасты, тали и пр. Выбор средств натяжения диктуется величиной требуемого усилия натяжения, особенностями усиливаемой конструкции и усиливающих деталей, производственными условиями.

4. СОСТАВЛЕНИЕ НАУЧНО –ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ВЫПОЛНЕННОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЛИ УСИЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

4.1 Разработка проекта восстановления или усиления оснований и строительных конструкций

При разработке проектной документации на восстановление или усиление оснований и строительных конструкций зданий и сооружений следует:

- предусматривать меры по обеспечению надежности и долговечности зданий и сооружений;
- принимать конструктивные решения и методы производства работ, реализуемые, как правило, без остановки производственного процесса в эксплуатируемых зданиях и сооружениях или совмещаемые по времени с технологическими остановками таких процессов;
- учитывать перспективы развития производства, возможность повторных (в будущем) реконструкций и модернизаций;
- принимать проектные решения, обеспечивающие экономное расходование материалов, топливных и энергетических ресурсов, снижение стоимости, трудоемкости и сокращение сроков выполнения работ по усилению;
- учитывать условия производства работ по усилению (стесненность монтажной площадки, возможность использования механизмов, дополнительные мероприятия по технике безопасности и охране труда, необходимость контроля качества работ и т.п.).

Основные технические решения, принимаемые при разработке проектов реконструкции и усиления, следует обосновывать путем сравнения конкурентоспособных вариантов, учитывая при этом последствия (стесненность монтажной площадки или остановку производства на время выполнения работ по усилению или восстановлению).

Проектирование восстановления и усиления оснований и строительных конструкций по сравнению с обычным проектированием имеет ряд существенных особенностей, которые должны учитываться как при организации проектных работ, так и в процессе разработки и оформления проектной документации.

Основные из них:

- проведение большого объёма изысканий с обследованием оснований и восстанавливаемых или усиливаемых конструкций, выявлением их фактического состояния, характеристик материалов, из которых они выполнены, анализом причин появления имеющихся дефектов и повреждений и оценкой их технического состояния.
- выполнение расчётов по нескольким вариантам расчётных схем для оценки возможного отрицательного влияния обычно не учитываемых факторов (податливости или несмещаемости фундаментов, возможного проявления эффектов неразрезности, участия в работе каркаса ограждающих конструкций и оборудования и т.п.)
- учёт уровня фактической нагруженности усиливаемых под нагрузкой конструкций в процессе выполнения работ по усилению и учёт влияния действующих во время усиления напряжений на несущую способность усиливаемой конструкции;
- влияние последовательности и технологии выполнения работ по усилению на поведение усиливаемой конструкции, необходимость комплексного решения вопросов конструирования и выбора способа усиления с обязательным отражением этих вопросов в проектной документации.

Проектная документация с учётом изменения параметров и свойств конструкций и режимов эксплуатации должна охватывать следующие стадии работы конструкций:

1. предшествующая началу работ по усилению, на которой требуется проверить с учетом фактического состояния возможность эксплуатации конструкций до их восстановления, усиления или замены и разработать в необходимых случаях временные мероприятия по содержанию конструкций и ограничению режимов эксплуатации;
2. соответствующая периоду выполнения работ по восстановлению или усилению, на которой следует разработать необходимые мероприятия, обеспечивающие работоспособность конструкций по временной схеме;
3. соответствующая режиму эксплуатации конструкций после восстановления или усиления, на которой необходимо обеспечить работу конструкций в изменившихся условиях.

В необходимых случаях, с целью выявления фактического положения конструкций, возможного роста деформаций и изменения напряжённого состояния, проектом должно быть предусмотрено проведение инструментальных наблюдений за состоянием конструкций на стадиях 1 и 2, а также с использованием приборов и специальных контрольно-сигнальных устройств - на стадии 3.

Экономическая целесообразность восстановления и усиления в большинстве случаев бесспорна, особенно если речь идет об усилении конструкции действующего предприятия.

Выбор способа усиления, не может основываться только на сравнении экономических показателей. Наиболее рациональное решение получают, сопоставляя большое количество разнообразных факторов, среди которых и стоимость самого усиления, затраты труда, расход материалов.

Одним из самых важных обстоятельств, влияющих на выбор способа усиления, являются условия, в которых оно выполняется. Для усиления конструкций действующего предприятия без остановки производства нужно выбирать способы усиления, позволяющие максимально сократить объем работ, выполняемых на месте, и не уменьшающие свободное пространство помещения.

С целью сокращения объемов работ по усилению, а некоторых случаях и отказа от усиления необходимо выявлять и использовать резервы несущей способности сохраняемых конструкций путем:

- уточнения усилий, действующих в перенапряжённых элементах, за счёт учёта пространственной работы каркаса; фактических условий соединения и закрепления, учёта фактических значений нагрузок, воздействий и их сочетаний;
- уточнения прочностных характеристик материала конструкций и соединений, фактических размеров сечений и элементов;
- включения в работу ограждающих конструкций или других вспомогательных элементов зданий и сооружений.

С этой целью рекомендуется проведение мероприятий по улучшению условий работы несущих конструкций таких, как:

- изыскание возможности уменьшения нагрузок, действующих на все здание или отдельные элементы его (ограничение грузоподъёмности кранов, их сближения между собой, ограничение хода тележки, изменение схемы расположения кранов на подкрановых путях, изменение

конфигурации кровли для уменьшения снеговых мешков, мероприятия по борьбе с отложением промышленной пыли и т.д.);

- уменьшение нагрузок от веса ограждающих конструкций путём замены их более легкими, в особенности в тех случаях, когда замена ограждающих конструкций связана с их неудовлетворительным состоянием.

Разработка проекта по восстановлению и усилению конструкций и узлов их сопряжений зданий и сооружений проводится на основе результатов инструментального обследования, проводимого в соответствии с требованиями нормативных документов, регламентирующих правила обследования и мониторинга зданий и сооружений.

Выбор технических решений и методов производства работ по усилению конструкций должен предусматривать применение элементов усиления повышенной заводской готовности и выполнение возможно большего объема работ в доостановочный период для снижения трудоемкости монтажа и сокращения времени остановки производства.

Проект восстановления и повышения несущей способности конструкций, их элементов и частей зданий и сооружений должен включать виды работ, выполняемых по устранению выявленных при обследовании дефектов и повреждений, а также в связи с увеличением технологических нагрузок.

Необходимость и степень повышения несущей способности конструкций, их элементов и частей конструкций здания или сооружения должны быть подтверждены расчётом и проверкой соответствия конструктивным требованиям. При выполнении поверочного расчета в соответствии с требованиями и по методике, изложенной в соответствующих нормативных документах, кроме уточненных параметров и характеристик материалов, следует определить фактические нагрузки и воздействия.

При расчете конструкций следует учитывать возможные запасы их несущей способности, обусловленные совершенствованием норм их проектирования, изменением величин временных нагрузок на перекрытия и т.п. При проведении расчёта следует также учитывать возможное изменение функционального назначения здания, повлекшее за собой снижение степени ответственности и действующих нагрузок.

Кроме этого, исходной информацией для разработки проекта усиления или восстановления частей зданий и их конструкций служат:

- проектно-техническая документация (рабочие чертежи здания, конструкций, узлов сопряжений, паспорта изделий, сертификаты на материалы и т.п.);
- данные о соответствии типа конструкций проектным решениям с указанием всех отклонений от проекта в части габаритов, узлов их сопряжения;
- результаты геодезической съёмки положения конструкций для определения осадок, относительных смещений, прогибов и кренов существующих конструкций, а также узлов их сопряжения;
- результаты инженерно-геологических изысканий площадки расположения объекта;
- данные о продолжительности эксплуатации существующего здания или сооружения;
- данные о величинах и режимах технологических нагрузок в период эксплуатации;
- данные о фактических характеристиках материалов конструкций (бетона и стали, камней и раствора, древесины, количестве арматуры и её класса, состоянии сварных швов);
- данные об особенностях технологического процесса в реконструируемом здании или сооружении (сухой, мокрый, наличие повышенных температур, характер агрессивных воздействий), наличие загазованности, препятствующей выполнению сварочных работ;
- данные об имевших место аварийных состояниях конструкций за весь период до момента проектирования восстановления или усиления;
- данные о ранее имевших место работ по восстановлению или усилению конструкций;
- данные о новых нагрузках, режимах эксплуатации и ожидаемой агрессивности среды;
- сведения об основных дефектах и повреждениях конструкций, оказывающих влияние на несущую способность, снижение долговечности и ухудшение их эксплуатационных свойств. Сведения об основных де-

фектах и повреждениях включающие: наименование дефектов или повреждений, места их расположения (для трещин - их направление), основные размеры и другие данные, характеризующие параметры дефекта или повреждения;

- задание на реконструкцию (при ее проведении) или капитальный ремонт;
- информация о наличии и объемах необходимых материалов, конструкций и оборудования у заказчика и подрядчика, а также об условиях их поставки и перевозки;
- сведения об имеющихся в распоряжении подрядчика строительных машинах и механизмах;
- информация о принципиальных технологических схемах производства в здании в зависимости от его функционального назначения, санитарно-гигиенических требованиях и т.д.

Повышенные требования предъявляются при разработке проекта восстановления и усиления строительных конструкций реконструируемых зданий эксплуатируемых в агрессивных средах. В зависимости от интенсивности агрессивного воздействия на строительные конструкции среды подразделяют на неагрессивные, слабоагрессивные, среднеагрессивные и сильноагрессивные. По характеру воздействия на строительные конструкции их подразделяют на химические (например, сульфатная, магнезиальная, кислотная, щелочная и т.п.) и биологические (например, прямое воздействие растений, мхов, грибов, бактерий; биохимическая агрессивность, вызванная жизнедеятельностью микроорганизмов; биохимическая газогенерация и т.п.).

Технические решения в проектах реконструкции зданий и сооружений, эксплуатируемых в агрессивных средах, должны быть направлены на ограничение или ликвидацию агрессивных воздействий и уменьшение коррозионных разрушений строительных конструкций.

Основным документом проекта являются рабочие чертежи усилений и восстановлений, в соответствии с которыми определяется потребность в материалах, конструкциях и изделиях, составляется смета, определяется технология производства и организации работ и производятся непосредственно работы по усилению и восстановлению.

В чертежах усилений и восстановлений указываются:

- участки, подлежащие усилению и восстановлению с указанием осей, привязок к осям, отметок
- монтажные схемы, усиливающих, раскрепляющих и демонтируемых элементов;
- виды усилений и восстановлений с необходимыми размерами, узлами, фрагментами, а для элементов сложной конфигурации и вид детали;
- составляются спецификации необходимых конструкций, изделий и материалов;
- приводятся краткие указания по применяемым материалам и производству работ (марки сталей и электродов, очерёдность наложения сварных швов, класс бетона и арматуры, марка камней и раствора, вид древесины, порядок бетонирования, мероприятия по устройству временных креплений и разгрузки и т.д.).

Кроме указанных конструктивных решений в рабочих чертежах должны быть отражены следующие вопросы:

а) последовательность выполнения работ по усилению или восстановлению конструкций в целом или их отдельных элементов, если эта последовательность отражается на напряженно-деформированном состоянии конструкций, включая также сопутствующие работы, как:

- разборка и демонтаж близлежащих конструкций (кладки, связевых элементов, стен, элементов перекрытий и др.);
- укрепление смежных элементов (фундаментов, столбов, колонн, балок и др.);
- порядок образования штраб, скважин и отверстий, отрывка шурфов и траншей.

б) увязка работ по усилению и восстановлению с технологическим процессом и условиями проведения:

- выявление возможности осуществления усилительно-восстановительных работ без приостановки функционирования здания или с минимальными его остановками;
- установление режима использования оборудования, мостового крана и т.п., а также меры по обеспечению сохранности инженерного оборудования, коммуникаций, сетей.

в) меры по обеспечению прочности и устойчивости конструкций на всех этапах производства работ, включая такие указания, как:

- устройство временных опор и раскреплений;
- требования к предельно допустимым величинам монтажных нагрузок и воздействий;
- схемы расположения и конструкции разгружающих устройств и временных опор (при необходимости).

г) перечень конкретных зон, узлов, конструктивных элементов и технологических операций, для которых требуется соблюдение определенной последовательности и параметров технологических процессов (очередность разборки или демонтажа, порядка укладки и условий твердения бетонной смеси, режим и последовательность сварки, регламент предварительного напряжения и т.п.)

д) меры по обеспечению и контролю качества усилительно-восстановительных работ с указанием:

- вида работ и операций, которые необходимо принимать по актам на скрытые работы или требующих промежуточного контроля;
- перечня нормативных документов, требований к квалификации инженерно-технического персонала и рабочих.

В рабочих чертежах усиления необходимо предусматривать унификацию размеров металлоконструкций усиления и арматурных элементов с учетом фактических отклонений усиливаемых конструкций от проектных размеров на основе обмерочных чертежей. Размеры арматурных сеток и каркасов рекомендуется принимать по максимальному размеру, предусматривая их резку, а также установку крайних стержней (с одной или двух сторон) на месте при монтаже арматуры. Для наращивания сечения, устраиваемого торкретированием, допуски не должны быть отрицательными, а положительная их величина должна указываться в рабочих чертежах.

Унификация размеров стальных монтажных элементов должна проводиться на основе статистической обработки результатов измерений размеров усиливаемых конструкций, приведённых в обмерочных чертежах (пролётов, длины и т. д.).

Выбирать способ усиления при реконструкции и ремонте рекомендуется в каждом конкретном случае с учетом следующих групп факторов:

«а» - факторы, характеризующие нагрузки и состояние усиливаемых конструкций;

«б» - факторы, определяющие возможность применения того или иного способа усиления в данных условиях с учетом агрессивности среды и пожароопасности производственных помещений,

«в» - факторы, определяющие возможность выполнения усиления данным способом без остановки основного производства по требованиям технологии усиления, недопустимости запыленности и сварочных работ во взрывоопасных помещениях;

«г» - факторы, определяющие возможность достижения заданной степени увеличения несущей способности при усилении данным способом;

«д» - факторы, определяющие технологичность и экономичность рассматриваемых способов усиления для выбора предпочтительных.

Для выбора способа усиления следует предварительно определить перечень способов, применение которых в конкретных условиях возможно исходя из заданных нагрузок, результатов обследования, поверочных расчетов, состояния существующих конструкций, вида повреждения, прочности бетона, вида и механических характеристик арматуры, возможности передачи нагрузки на другие существующие конструкции и других факторов группы "а". При этом следует также учитывать следующие положения:

а) при выборе способа усиления степень агрессивности среды на реконструируемом предприятии следует определять по данным анализа химического состава и влажности воздуха.

Способ усиления, включая материал усиления (бетон соответствующего класса и вид цемента, сталь соответствующего класса и марки) и метод защиты от коррозии, должен учитывать требования нормативных документов и экономическую оценку, включая работы по антикоррозионной защите конструкций.

б) приемлемость каждого из рассматриваемых способов усиления без остановки основного производства и демонтажа оборудования определяется также исходя из наличия минимально необходимых рабочих зон вокруг усиливаемой конструкции (приближение оборудования и конструкций).

В ряде случаев работы по восстановлению и усилению конструкций должны производиться при авторском надзоре. Необходимость авторского надзора может быть указана в проектной документации, так же могут быть даны указа-

ния об обязательном участии авторов проекта в отработке технологии работ и её опытной проверке. При разработке проекта восстановления (усиления) конструкций, эксплуатирующихся в сложных условиях, способствующих накоплению повреждений (интенсивные динамические или термоциклические воздействия, развивающаяся коррозия и т.п.), обязательно требуется указать предельный срок реализации проекта, после которого проектные решения должны быть уточнены или пересмотрены.

В зависимости от технического состояния конструкций и элементов зданий и сооружений усиление и восстановление сводится к:

- усилению и восстановлению отдельных элементов или конструкций и частей здания или сооружения в целом;
- повышению несущей способности перенапряженной кладки в целом;
- обеспечению устойчивости стен из каменной кладки при разрывах креплений и отклонений от вертикали;
- обеспечению свободы осадочных деформаций сопрягаемых стен;
- обеспечению сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций;
- восстановлению гидроизоляции и антикоррозионной защиты и т.д.

Восстановление и усиление конструкций может осуществляться с помощью стальных элементов, бетона и железобетона, арматуры, каменной кладки, древесины и изделий из неё, полимерных и композиционных материалов. При разработке проекта следует учитывать несущую способность как элементов усиления, так и усиливаемой конструкции. Для этого должно быть обеспечено включение в работу элементов усиления и совместная их работа.

При разработке проекта восстановления или усиления железобетонных конструкций следует учитывать степень их повреждения. При слабой степени повреждения восстановление железобетонных конструкций следует производить заделкой трещин, раковин, сколов цементно-песчаным раствором или бетоном с заполнителями мелких фракций с использованием поливинилацетатной эмульсии и эпоксидных смол. Также могут быть рекомендованы составы на основе композитных материалов.

Восстановление железобетонных конструкций при средних и сильных повреждениях следует производить усилением конструкций, их узлов или заменой отдельных конструкций новыми.

Усиление конструктивных элементов достигается:

- увеличением сечений элементов путем одностороннего или двустороннего наращивания железобетоном;
- устройством железобетонных рубашек или обойм;
- устройством разгружающих конструкций в виде распределительных плит, балок, ферм, а также кронштейнов, выносных опор, предварительно напряжённой арматуры, предварительно напряжённых металлических распорок, накладных хомутов, предварительно напряжённых тяжей и т.п.

Расчёт усиления железобетонных конструкций при изменении их начальной статической схемы производится с учетом действительного напряжённого состояния.

Усиляемые конструкции следует рассчитывать на предельные состояния первой группы (по прочности). Расчёт конструкций по предельным состояниям второй группы (трещиностойкость, раскрытие трещин, жёсткость, деформации) следует производить лишь в особо сложных случаях при усилении резервуаров, конструкций в агрессивной среде, элементов, несущих динамические нагрузки, или особо точных машин и т. д. Усилия, действующие в элементах статически неопределимых конструкций, рекомендуется определять методами предельного равновесия. Разрешается определять усилия из предположения упругой работы железобетона.

Расчёт восстанавливаемых или усиливаемых конструкций следует производить по общим правилам расчёта конструкций установленных в соответствующих нормативных документах с учётом напряжённо-деформированного состояния конструкции, полученного ею до восстановления или усиления.

При проектировании восстановления и повышения несущей способности конструкций следует предусмотреть мероприятия по закреплению их в проектном положении, удалению бетона или каменной кладки на разрушенных участках, выравниванию арматуры с последующим усилением.

Допускается в проектах при соответствующем обосновании назначать требования к точности параметров, объёмам и методам контроля, отличающимся от приведённых в СП 70, однако точность геометрических параметров конструкций следует назначать на основе расчёта точности.

При разработке проекта следует предусматривать антикоррозионную защиту арматуры железобетонных конструкций, если под воздействием эксплуатационной среды она достигла её поверхности. Для этого арматура вскрывается с удалением бетона до участков с отсутствием коррозии арматуры. В случае, если арматурные стержни подвержены существенной коррозии и требуется их за-

мена, то подбор сечения и количества дополнительной арматуры определяют в соответствии с расчетными положениями СП 63.

При разработке проекта восстановления или усиления каменных конструкций и их элементов степень возможного агрессивного воздействия сред по отношению к ним оценивается с учетом камня и раствора.

Степень агрессивного воздействия газообразных и твёрдых сред на конструкции из кирпича керамического пластического прессования и силикатного кирпича принимается по табл. 22 и 23 СП 28. Воздействие твердых и газообразных сред на керамические пустотные камни оценивается так же как на кирпич керамический пластического прессования. Воздействие этих же сред на кирпич керамический полусухого прессования оценивается, так же как и на силикатный кирпич. Степень агрессивного воздействия газообразных и твердых сред на армокаменные конструкции принимается как для железобетонных конструкций по соответствующим таблицам.

При выборе метода усиления конструкций следует иметь ввиду, что наиболее радикальным методом усиления, особенно когда возникает необходимость увеличения несущей способности, является изменение конструктивной схемы каркаса или его отдельных элементов с изменением расчётной схемы и регулирование напряжений.

При выборе способа усиления следует проанализировать все возможные способы и из нескольких вариантов принять наиболее экономичный. Кроме стоимости строительных работ при усилении необходимо учитывать и потери от остановки производства.

Рабочие чертежи конструкций, изготавливаемых заново, а также узлов и участков ремонтируемых конструкций должны содержать схемы расположения усиляемых и новых элементов по видам конструкций (прогоны, балки, фермы и т. д.), рабочие чертежи элементов и узлов, спецификацию стали, а также необходимые требования по технологической последовательности выполнения работ по усилению конструкции, влияющей на эффективность применяемого решения. Проектирование восстанавливаемых стальных конструкций следует осуществлять, как правило, в одну стадию рабочих чертежей КМД.

Выявленные при обследовании источники агрессивных воздействий на металлические конструкции, их интенсивность и характер повреждений конструкций, а также степень агрессивного воздействия среды на различные части конструкций должны учитываться в проекте их антикоррозионной защиты.

Если начальные проектные решения по выбору материалов конструкций, сварочных материалов, конструктивной формы не соответствуют действующим нормам проектирования, но по результатам обследования конструкции признано

целесообразным сохранить, необходимо разрабатывать дополнительные мероприятия по защите конструкций от дальнейшей коррозии.

В случае установления факта соответствия принятых проектных решений действующим нормам проектирования причины коррозионного разрушения конструкций могут заключаться:

- в нарушении правил производства работ по защите конструкций от коррозии;
- в чрезмерно длительном периоде между изготовлением конструкций на ЗМК и осуществлением полной их защиты после монтажа;
- в несоблюдении режимов эксплуатации систем электрохимической защиты;
- в несвоевременном восстановлении защитных покрытий в процессе эксплуатации конструкций (это относится, как правило, к лакокрасочным и битумным защитным покрытиям).

Если выявлена одна из первых двух причин, это необходимо отметить в технической документации на конструкции, а если одна из последних двух причин, необходимо разработать мероприятия по её устранению.

При проектировании усиления стальных конструкций, находящихся в эксплуатации в условиях воздействия среднеагрессивных и сильноагрессивных сред, необходимо исключать возможность образования узких щелей, зазоров, карманов и пазух, в которых скапливаются влага, пыль и продукты коррозии. Все усиливающие элементы, привариваемые к основным элементам, работающим (рассчитываемым) на сжатие, должны быть обварены по контуру сплошными швами.

При разработке проекта защиты металлических конструкций от коррозии не подлежащих усилению или замене конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений, как правило, следует производить в соответствии с первоначальными проектами, если их решения не противоречат действующим нормам проектирования. При необходимости внесения изменений в первоначальные проектные решения эти изменения должны быть согласованы с авторами проектов. Проекты защиты от коррозии конструкций старой постройки, как правило, следует разрабатывать заново на основе действующих норм.

При разработке проекта восстановления или усиления деревянных конструкций следует руководствоваться требованиями, предъявляемыми в СП 64.

Учитывая такие отрицательные качества древесины, как возможная высокая влажность, закупорка влаги, увлажнение из-за отсутствия надёжного проветривания и просушивания при разработке проекта восстановления или уси-

ления деревянных конструкций должны быть предусмотрены меры по предотвращению условий, способствующих развитию дереворазрушающих грибов и разрушению древесины. При этом обязательно должны учитываться температурно-влажностные условия их эксплуатации по СП 64.

В проекте обязательно должны быть указаны требования к качеству пиломатериалов, порода и влажность древесины и т.д. Кроме этого, на чертежах должны содержаться необходимые указания производства работ по изготовлению, сборке и монтажу, например данные о характере обработке лесоматериала и допускаемых отклонениях от номинальных размеров, разбивочные схемы конструкций с указанием всех данных для создания строительного подъема, сведения о местах строповки конструкций, о временном усилении и временном закреплении конструкций при выполнении монтажных работ.

Очень внимательное отношение должно быть проявлено при конструировании различных по конструктивному исполнению узлов и соединений деревянных конструкций и их элементов.

Восстановление или усиление деревянных конструкций заключается в замене отдельных элементов и конструкций, которые полностью или частично утратили свою работоспособность. При капитальном ремонте в них наряду с устранением физических дефектов и повреждений ликвидируют перенапряжения, выявленные при поверочном расчёте в соответствии с требованиями СП 64, а также устраняют факторы, которые могут отрицательно сказываться на состоянии деревянных конструкций в процессе эксплуатации. Для ликвидации перенапряжений следует предусмотреть усиление конструкции в целом или её отдельных элементов, а также включение всех элементов усиления в работу сразу после их установки, что может быть достигнуто или разгрузкой конструкции в целом или её отдельных элементов, или же применением креплений, позволяющих обеспечить предварительное напряжение сопряжения.

При выполнении ремонтных работ деревянных конструкций без разгрузки и вывешивания не рекомендуется применять детали и крепёжные изделия, постановка и крепление которых сопряжены с сильными динамическими воздействиями на ремонтируемые конструкции (удары, сотрясения).

4.2 Контроль качества производства работ при восстановлении и усилении оснований, строительных конструкций и узлов их сопряжения

Качество строительной продукции неразрывно связано со стандартизацией. Качество продукции является решающим фактором, по которому судят о состоянии производства и его развитии. На обеспечение качества продукции направлена вся деятельность по стандартизации.

Наиболее прогрессивные показатели качества каждого изделия, определяемые с учетом отечественного и зарубежного опыта и последних достижений науки и техники, сконцентрированы в национальных и международных стандартах и других нормативных документах. Эталоном качества являются государственные стандарты, имеющие силу закона. Закрепляя в стандартах требования к качеству, надежности и долговечности изделий и конструкций, государство осуществляет научно обоснованное управление качеством и способствует совершенствованию продукции (ГОСТ Р ИСО 9001-2015 «Системы менеджмента качества. Требования», ГОСТ Р ИСО 10005-2019 «Менеджмент качества. Руководящие указания по планам качества»).

Каждый вид продукции обладает вполне определенными свойствами, представляющими интерес для потребителей. Для продукции строительной индустрии - это прочность, объемная масса, степень точности размеров изделий и конструкций, теплопроводность, морозостойкость, стойкость по отношению к действию воды, агрессивных жидкостей и газов и т.п. Размер свойства определяется обычно измерением физико-механических и иных характеристик материала или изделия и выражается в соответствующих единицах. Например, абсолютным показателем (размером) качества бетона является предел прочности, выражаемый в МПа.

Оценка качества продукции характеризует степень удовлетворения групповой потребности в данном свойстве и носит общественный характер. В процессе оценки сопоставляют значение некоторого показателя продукции с базовым показателем или показателем эталонного изделия.

С точки зрения оценки качества вся промышленная продукция делится на два класса:

- продукция, расходуемая при использовании;
- продукция, расходующая при использовании свой ресурс.

Продукция первого класса расходуется по назначению в процессе использования. Вяжущие вещества, заполнители и арматуру используют для изготовления бетонов, железобетонных изделий и конструкций, строительных растворов. Синтетические смолы, наполнители и пластификаторы идут на изготовление полимерных строительных материалов.

Процесс переработки продукции первого класса является, как правило, необратимым.

Эксплуатация продукции второго класса сопровождается расходом её ресурса. Здания и сооружения со временем утрачивают первоначальные качества. Продукция второго класса эксплуатируется до технического или морального износа. Существуют три группы количественных показателей, используемых при

оценке качества продукции: единичные, комплексные и интегральные.

Важную роль в повышении качества строительной продукции предприятий стройиндустрии играет аттестация, при которой объективно оценивается не только качество самой продукции, но и её внешний вид, технический уровень технологии и культуры производства.

При контроле показателей качества продукции на предприятиях стройиндустрии оценивают возможность использования данной продукции и определяют уровень ее качества. Уровнем качества продукции называют относительную характеристику, основанную на сравнении совокупности показателей её качества с соответствующей совокупностью базовых показателей.

При контроле качества продукции в качестве базовых используют нормативные показатели; при анализе динамики качества базовыми могут быть показатели предыдущего периода. В процессе аттестации качества продукции отдельные показатели сравниваются с эталонными.

За эталон принимается реально существующая продукция или гипотетическая продукция, для которой установлены необходимые показатели качества. Эталоны качества продукции могут отражать средний достигнутый мировой уровень качества, средний или высший достигнутый национальный уровень, перспективный мировой или национальный уровень, а также экономически оптимальный уровень качества.

Эталоны, представляющие собой средний и высший достигнутый мировой или национальный уровень качества, используют при оценке качества продукции с целью присвоения ей категории качества. Эталоны, представляющие собой перспективный национальный или мировой уровень качества проектируемой продукции с целью выбора оптимального варианта решения. Такие эталоны следует выбирать с учетом прогнозов научно-технического прогресса, с тем чтобы выбранный эталон не устарел к моменту освоения производства продукции.

Эталонами могут быть планируемое изделие, конкретное изделие или стандарт. Условием, определяющим достоверность эталона качества, является его представительность на мировом или внутреннем рынке.

Одно из важных направлений стандартизации состоит в разработке норм, методов, требований и правил в области контроля качества изделий, в числе которых правила и нормы входного контроля материалов, правила и методы операционного технологического контроля, правила приемки готовых изделий, методы измерения параметров изделий, методы испытания изделий на устойчивость к внешним воздействиям и надежность.

Например, ОТК предприятий сборного железобетона проверяют качество исходных материалов: заполнителей, вяжущих для бетона, арматурной стали, за-

кладных и комплектующих деталей, облицовочных, отделочных и других материалов, поступающих с других предприятий.

В процессе входного контроля проводятся необходимые испытания материалов и полуфабрикатов и определяется соответствие показателей их качества требованиям стандартов.

Технологический (операционный) контроль. Состоит в проверке соответствия характеристик, режимов и других показателей технологического процесса установленным требованиям.

Разновидностью технологического контроля является контроль операционный, т.е. контроль продукции или технологического процесса после завершения определенной технологической операции. Использование операционного контроля дает возможность выявить причины возникновения брака изделий и наметить пути существенного повышения качества продукции. Методика операционного контроля разрабатывается применительно к данной технологии и типу изделий.

Использование операционного контроля дает возможность выявить причины возникновения строительного брака и наметить пути повышения качества работ. Методика операционного контроля разрабатывается применительно к конкретной технологии и виду работ. Любая методика должна базироваться на использовании общих основополагающих принципов. Состав работ по контролю, используемые технические средства и ответственные за контроль указываются в технологических картах.

Операционный контроль технологических процессов и операций - основное и решающее звено системы контроля, так как только при выполнении процессов и операций можно устранить выявленные дефекты с минимальными затратами труда и материалов. Операционный контроль качества возлагается на линейных инженерно-технических работников.

В процессе выполнения строительных работ осуществляется приемка так называемых скрытых работ, которые скрываются при выполнении последующих работ. Например, при возведении монолитных железобетонных конструкций принимают арматурные работы, которые скрываются вследствие укладки бетонной смеси. Принимают скрытые работы представители заказчика, а в отдельных случаях и представители проектной организации. Приемка скрытых работ оформляется специальным актом.

Приёмочный контроль. Заключается в проверке соответствия готовых изделий и конструкций требованиям стандартов или технических условий. Лаборатория и ОТК проверяют физико-механические свойства материалов, изделий и конструкций, оценивают внешний вид и геометрические параметры про-

дукции. При необходимости готовые изделия испытывают на прочность, жесткость и трещиностойкость (ГОСТ Р 58939-2020 «Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерений. Элементы заводского изготовления»).

За стабильностью сертифицированных параметров выпускаемой продукции в процессе ее производства осуществляется инспекционный контроль представителями органов по сертификации.

К проведению инспекционного контроля орган по сертификации на договорной основе может привлекать аккредитованные испытательные лаборатории (центры), территориальные органы, общества потребителей и другие компетентные организации.

Содержание и порядок проведения инспекционного контроля устанавливается в специальном документе - Порядке проведения сертификации конкретной продукции. Периодичность и объем испытаний продукции при инспекционном контроле должны устанавливаться с учетом результатов статистического контроля выпускаемой продукции.

По результатам инспекционного контроля орган по сертификации может приостановить или аннулировать действие сертификата соответствия или применять знак соответствия в следующих случаях:

- нарушение требований нормативных документов на соответствие которым сертифицирована продукция;
- изменение метода испытания;
- изменение конструкции продукции, ее состава, применяемых сырьевых материалов и комплектующих изделий;
- изменение организации или технологии производства продукции;
- изменение требований технологии производства, методов контроля и испытаний, системы обеспечения качества.

Основные принципы системы качества строительства таковы. Прямая ответственность за качество строительно-монтажных работ возлагается на непосредственных исполнителей: рабочих, звеньевых, бригадиров, мастеров, прорабов, старших прорабов, главных специалистов.

В современных условиях контроль качества выполняют визуальным осмотром, измерением натурных линейных размеров, натурным методом испытаний, механическим или разрушающим (деструктивным) и физическим или неразрушающим (адеструктивным) методом.

Визуальный осмотр. Применяют для установления качества выполнения тех конструкций, узлов, частей зданий и сооружений, которые доступны для обозрения. Для этого используют несложные измерительные приборы и инст-

рументы. Визуальный осмотр позволяет установить общее состояние осматриваемых частей зданий, но не даёт возможности определить технические характеристики, а также физико-механические свойства материалов, изготовленных конструкций и узлов и др.

Измерение натуральных линейных размеров. Измерение таких размеров зданий и сооружений, а также отдельных частей является очень важным показателем качества строительных конструкций, так как незначительное на первый взгляд смещение конструкции может существенно снизить её несущую способность.

Измерение линейных размеров осуществляют главным образом геодезическими приборами и инструментами.

Фактические размеры доброкачественных строительных конструкций не должны выходить за пределы, установленные нормативными документами. Допуски, устанавливаемые нормативными документами, бывают положительными, отрицательными и знакопеременными. Положительные допуски указывают на то, что соответствующие фактические размеры могут быть больше проектных, но до установленного предела. При отрицательных допусках наоборот, фактические размеры не могут превышать проектные. При знакопеременных допусках фактические размеры должны находиться в интервале между наибольшими и наименьшими допустимыми.

Механический или разрушающий (деструктивный) метод. Применяют для определения технического состояния конструкций. Этот метод дает возможность установить прочностные, влажностные, деформативные и другие характеристики элементов и конструкций. Для этого на различных стадиях производства работ «отбирают» контрольные образцы. Результаты выполненных лабораторных испытаний таких образцов позволяют получить корректные выводы о качестве частей зданий и сооружений.

Натурный метод. Данный метод испытаний конструкций зданий и сооружений реализуют посредством инструментального замера возникающих в конструкциях фактических напряжений.

Физический или неразрушающий (адеструктивный) метод. Применяют для определения основных характеристик физико-механических свойств материалов конструкций. Метод позволяет, не причиняя повреждений исследуемой конструкции, быстро получить точные результаты.

Физические методы контроля качества базируются на импульсном, радиационном и других способах.

Обеспечение качества строительно-монтажных работ достигается систематическим контролем выполнения каждого производственного процесса. С пози-

ций организации контроль качества подразделяется на внутренний и внешний.

Внутренний контроль - функция административно-технического персонала строительной организации.

Внешний контроль осуществляется заказчиком, по заказу которого выполняется строительство, и проектной организацией.

На строительной площадке следует систематически осуществлять входной, операционный, приемочный и инспекционный контроль. Им должен предшествовать входной контроль проектно-сметной и технологической документации, который производится инженерными службами строительной организации.

Учитывая существующее в настоящее время качество строительных работ, возводимых и возведенных зданий и сооружений, следует повысить роль технического надзора заказчиков, организаций, контролирующих качество выполненных работ, и авторского надзора проектных организаций, усилить их воздействие на повышение качества строительства. В связи с этим требуется решить вопрос об экономической заинтересованности заказчиков и проектных организаций в осуществлении надзора.

Заказчик должен быть заинтересован в осуществлении действенного технического надзора (строительного контроля), так как от качества принимаемых им в эксплуатацию объектов во многом зависит соответствие этих объектов их функциональному назначению, прочность, устойчивость, долговечность и безопасность зданий и сооружений.

Проектные организации, закладывая в проектные решения качественные характеристики будущих объектов, должны быть заинтересованы в надлежащем воплощении этих решений в реконструируемых зданиях и сооружениях.

Всем перечисленным выше видам контроля качества должно сопутствовать лабораторное, геодезическое и метрологическое обслуживание строительного производства, осуществляемое с использованием высокоточных измерительных приборов - ультразвуковых, радиоизотопных, электронных, оптических и др. Лаборатории строительных организаций не должны ограничиваться лабораторным контролем качества материалов и подбором составов бетонов, растворов, мастик и т.п. - на них возлагается выборочный контроль за соблюдением технологии производства и качества строительно-монтажных работ.

Документы контроля качества. Во исполнение закона «О техническом регулировании» подготовлен перечень национальных стандартов и сводов правил, в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федеральных законов.

При осуществлении государственного строительного надзора производят сравнение строящихся, реконструируемых и подлежащих капитальному ремонту

объектов капитального строительства с проектной документацией, получившей положительное заключение государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий. Поэтому очень важное значение приобретает качество выполнения инженерных изысканий и проектных работ.

Действенность контроля качества материалов, изделий, конструкций, строительно-монтажных работ, зданий, сооружений и их частей в большой степени зависит от качества технической документации, в которой устанавливаются принципы и методы контроля и оформления результатов.

Унифицированные формы и правила оформления технологических документов на процессы контроля и испытаний установлены стандартами Единой системы технологической документации (ЕСТД). Документы на технический контроль применяются при проведении и оформлении результатов контроля качества изделий, конструкций, зданий, сооружений и их частей, а также при оформлении результатов контроля технологических процессов. Документы на технический контроль входят в комплект документов, разрабатываемых на процессы, специализированные по видам работ, либо оформляются отдельным комплектом. При описании содержания операций и процессов технического контроля используют операционную карту и ведомость операций.

Операционная карта (ОК) технического контроля применяется при операционном описании технологических процессов технического контроля. Этот документ обычно разрабатывается для сложных операций контроля. В принятой форме документа указываются: содержание и последовательность переходов, место проведения контроля, данные об используемых средствах оснащения, требования к контролируемым параметрам и др.

Ведомость операций (ВОП) технического контроля применяется для операционного описания технологических операций технического контроля в технологической последовательности их выполнения. Документ разрабатывается при большом количестве операций технического контроля с учетом удобства и рациональности применения документа на рабочих местах. В ВОП технического контроля указываются те же виды информации, что и в ОК. Применение ВОП технического контроля позволяет сократить общий объем технической документации, так как этот документ заменяет несколько ОК технического контроля.

Действенным средством повышения качества технологической документации является проведение их нормоконтроля. Нормоконтролю подлежит технологическая документация на всех стадиях ее разработки. Выполняется также входной нормоконтроль технологической документации, поступающей от других предприятий и организаций.

Основная цель нормоконтроля - обеспечение соблюдения норм и требований

стандартов и других нормативно-технических документов при проектировании технологической документации.

Проведение нормоконтроля должно быть также направлено на достижение в разрабатываемых технологических процессах высокого уровня типизации, на основе широкого использования ранее разработанных и освоенных в производстве типовых и групповых технологических процессов и операций, обеспечение максимально возможного применения стандартизированных и унифицированных средств технологического оснащения.

Контроль качества работ по восстановлению и усилению оснований, строительных конструкций и узлов их сопряжения должен осуществляться с соблюдением требований действующих нормативных документов и рекомендаций, в том числе под руководством и выполнением функций контроля квалифицированных инженерно-технических работников строительной организации, технического надзора заказчика и авторского надзора проектной организации. Для решения технически сложных вопросов допускается приглашение аккредитованных специалистов и организаций для проведения инструментальных исследований.