

Классификация характерных дефектов и повреждений строительных конструкций зданий и сооружений на опасном производственном объекте

Л.М. Мельников,
нач. отдела

А.И. Келеберда,
инженер-эксперт

К.Б. Ктитров,
нач. лаборатории

В.Б. Кузнецов,
эксперт

В.Ф. Катренко,
инженер

ООО «Контакт»

Рассмотрены основные дефекты и повреждения, выявляемые при экспертизе промышленной безопасности зданий на опасных производственных объектах, причины их образования для эффективного выполнения ремонтно-восстановительных работ.

Ключевые слова: дефект, повреждения, эксплуатационная надежность, ошибки, проектирование, монтаж.

Как показали наблюдения, в процессе эксплуатации конструкций происходит циклическое изменение их надежности, что связано с изменчивостью величин нагрузок и изменением несущей способности конструкций вследствие различных повреждений.

При достижении конструкций определенного уровня надежности в ней будут наблюдаться необратимые повреждения: трещины, потеря устойчивости сжатых элементов, пластические деформации, коррозионные повреждения и т.п. Классификация дефектов и повреждений, причины их возникновения, влияние на эксплуатационную надежность строительных конструкций объекта является важной составляющей анализа результатов обследования, проводимого в составе экспертизы промышленной безопасности объекта.

В общем виде повреждения зданий и отдельных элементов могут характеризоваться как: осадочные, вызванные деформациями оснований фундаментов; конструктивные, связанные с особенностями схем зданий, узлов, условиями передачи и перераспределением нагрузок; температурно-влажностные, зависящие от технологических режимов изготовления изделий, качества монтажа, соблюдения нормативных требований по содержанию; износные, связанные с изменением свойств материалов конструкций во времени; эксплуатационные, вызванные несоблюдением нормативов и требований по техническому обслуживанию и ремонту конструкций.

Отдельно следует учитывать повреждения чрезвычайного характера, вызванные стихийными бедствиями.

Указанные повреждения могут проявляться как самостоятельно, так и в сочетании. Они могут относиться к зданию в целом и к отдельным элементам, и даже отдельным участкам конструкций или узлов.

Причинами таких повреждений могут быть ошибки проектирования, несоблюдение требований стандартов при изготовлении деталей на заводах, низкое качество строительно-монтажных работ, длительная эксплуатация, естественное старение материалов и конструкций. В процессе экспертизы промышленной безопасности зданий все виды и источники повреждений и дефектов должны быть тщательно изучены.

Отдельную группу повреждений представляют последствия стихийных бедствий: пожары, взрывы, землетрясения, наводнения, оползни. При этих явлениях часто имеет место «прогрессирующее» обрушение, когда конструкции, не поврежденные при собственно стихийном воздействии, разрушаются от падения на них разрушенных (поврежденных) конструкций.

Дефекты и повреждения, вызванные ошибками в проектах

При крупноразмерных сборных элементах, учитывая незначительную глубину опор и ширину швов, каждая неточность производства элементов и их монтажа серьезно влияет на надежность конструкции, а также на технические и эксплуатационные качества здания.

Для обеспечения удобного и качественного монтажа предусматривают соответствующие допуски размеров сборных элементов и их монтажа, от которых зависит величина максимального и минимального зазоров в узлах и швах, глубина опор плит перекрытий, правильная установка стеновых сборных элементов, точность исполнения сопряжений и т.п. В грамотно разработанном проекте величины принятых допусков размеров элементов и допуски их монтажа должны быть скоординированы так, чтобы зазоры в узлах и швах не превышали допустимых минимальных и максимальных величин.

Проектирование зданий, возводимых индустриальными методами, сопровождалось неточностями, вызванными новизной, что приводило ко многим затруднениям при монтаже сборных элементов и являлось причиной возникновения ряда дефектов.

Вследствие неточностей, допускаемых при монтаже, действительные размеры отдельных швов значительно разнятся от их теоретических размеров, так как не имея определенных допусков, их выполняли с произвольными отклонениями. Это приводило к попаданию атмосферных осадков, продуванию швов и промерзанию стен, что значительно ухудшало технические и эксплуатационные свойства зданий. Не всегда взвешенные решения принимались при разработке сопряжений и узлов, а также при выборе материала наружных стен.

Недостаточное знание свойств применяемых материалов и их изменений со временем привели к серьезным повреждениям отдельных сборных элементов и зданий в целом. Проектирование чрезмерно тонкого фактурного слоя приводило к значительным повреждениям: трещинам фактуры и проникновению атмосферных осадков внутрь стен и здания. Основные недостатки, приводящие к увлажнению строительных конструкций: недо-



статочный угол наклона скатов кровли, небольшой диаметр водосточных желобов и труб и др.

Проектирование капитального ремонта в значительной степени отличается от нового проектирования. Работа всех конструктивных элементов здания в новом проектировании рассматривается как самостоятельная, подчиняющаяся классической теории расчета строительных конструкций. Осуществляя проверку несущей способности некоторых конструктивных элементов по классической теории расчета, следует выполнять расчет, учитывающий значительный срок эксплуатации. В зданиях, эксплуатирующихся более 20 лет, необходимо рассматривать работу некоторых конструкций как совместную. Так, опоры однопролетных металлических балок приближаются к защемлению при достижении кладкой 100 %-ной прочности, поскольку почти исключается поворот опорной части балок относительно своей оси.

Специалисты проектных организаций не всегда используют при поверочных расчетах несущей способности фундаментов теорию консолидации грунтов под подошвой фундаментов при эксплуатации здания более 25 лет под воздействием собственного веса здания. Игнорируя это, в проектной документацию может быть заложено решение по расширению подошвы фундамента либо по укреплению грунтов, что резко увеличивает финансовые и трудовые затраты при ремонте здания.

При реконструкции старых зданий в ряде случаев возникает необходимость в устройстве пристроек. Во избежание появления трещин в узлах сопряжения старой кладки с новой закладывают подошву фундаментов пристройки на глубину существующих фундаментов, а также обязательно выполняют шпунт из просмоленных досок между существующим и вновь устраиваемым фундаментом с заглублением его на 50–60 см, предусматривая осадочный шов между новой и старой кладкой.

Дефекты конструкций заводского изготовления

На строительную площадку могут поступать сборные железобетонные конструкции с заводскими дефектами. В отличие от зданий, возводимых традиционными методами, большинство дефектов в конструктивных элементах промышленных зданий не влияют на конструкцию здания в целом и не ухудшают его технических данных. В некоторых случаях они могут приводить к снижению эксплуатационных свойств помещений. Полное устранение этих дефектов не всегда выполнимо по техническим или экономическим соображениям, однако возможны их локализация и уменьшение влияния.

Наибольшие неудобства для проживания жильцов представляют дефекты наружных стеновых панелей и блоков, которые приводят в основном к их промерзанию в зимний период времени.

Превышение плотности бетона в сборных элементах на легком заполнителе увеличивает массу изделий и ухудшает теплоизоляционные свойства наружных стен. Одна из основных причин неудовлетворительного

качества бетона в сборных элементах — плохое качество заполнителя, изменение его гранулометрического состава, влажности и других показателей, влияющих на однородность и прочность бетона. Другая причина заключается в неправильном или недостаточном уплотнении бетона из-за отсутствия или плохого качества используемых вибраторов.

Качество самих сборных элементов зависит от качества и конструкции опалубки, качества и вида сопряжения опалубки, жесткости опалубки и ее элементов, технологии производства, уплотнения бетона, ухода за опалубкой. Из всех перечисленных факторов, влияющих на качество железобетонных элементов, особое внимание следует обратить на соблюдение технологии производства. Несоблюдение очередности выполнения отдельных технологических операций и применение несоответствующих материалов и полуфабрикатов приводит к ухудшению качества сборных элементов. Термообработку сборных элементов нередко выполняют без строгого контроля за температурой, а режим пропарки не всегда соблюдается. Все это является причиной снижения прочности бетона, появления трещин и даже разрушения элементов. Возникновение трещин в фактурном слое и в облицовке приводит к просачиванию дождевой воды в толщу стены, и если она не испаряется, то при низких температурах замерзает, разрушая структуру внешнего слоя бетона.

Дождевая вода, проникая через трещины в толщу однослойных панелей или блоков, распространяется по неплотностям и образует пятна на внутренней поверхности стены. Проникновение дождевой воды внутрь трехслойных панелей приводит к увлажнению теплоизоляционного слоя и к снижению теплотехнических свойств наружных стен.

Повышенная влажность (увлажнение) наружных стен вызывает образование конденсата на внутренней поверхности стен, создавая условия для возникновения плесени.

Дефекты строительства и монтажа

Дефицит высококвалифицированного технического персонала на стройплощадке и у заказчика, осуществляющих строительно-монтажные работы и ведущих технический надзор за производством, а также отсутствие определенного опыта производства монтажных работ в начальном периоде сборного строительства нередко приводило к нарушению правил ведения строительных работ, отступлению от проектной документации и, как следствие, к некачественному строительству.

Большую опасность представляет длительное замачивание котлована под новое строительство. Водонасыщенные переувлажненные грунты (глинистые, суглинистые, мелкозернистые и пылевидные) при замерзании увеличиваются в объеме и оказывают силовое действие на конструкции, вызывая в них появление трещин. Поэтому профилактически до наступления холодов основание необходимо утеплять.



Насыпные неуплотненные грунты являются причиной разрушения перегородок первых этажей в бесподвальных строениях, тамбуров, крылец, подпорных стенок, а также отмосток вокруг здания.

Серьезные причины повреждений строительных конструкций — сотрясение и вибрация, воздействующие на ранее возведенное здание через грунт или непосредственно на стены и перекрытия. Основным источником сотрясений становится устройство свайных или буронабивных оснований под вновь возводимое здание, расположенное в непосредственной близости от ранее построенного. Под воздействием импульсов в грунте возникают волны разной частоты и амплитуды. Скорость распространения волн зависит от особенностей грунта и степени его влажности. Дойдя до грунтов, на которых основаны ранее возведенные здания, в особенности слабых и влажных, волны вызывают нарушение их структуры, разрыхление и просадку. Это приводит к неравномерной просадке фундаментов, возникновению трещин в стенах, повреждению и перекосу перекрытий. Особую опасность сотрясения представляют для сборных железобетонных перекрытий, выполненных из мелкоразмерных плит, уложенных на металлические балки с незначительной площадью опирания.

Проведение работ по прокладке новых коммуникаций или замене существующих вблизи эксплуатируемого здания и с затяжными сроками работ, особенно в весенний и осенний периоды года, приводит к замачиванию либо вспучиванию грунтов вблизи здания или под ним. Вследствие нарушения правил производства работ происходит просадка грунтов, фундаментов, деформация стен, перекос или подвижка элементов перекрытий. При значительных деформациях стен для безопасной эксплуатации жилого дома необходимо проведение ремонтно-восстановительных работ с отселением жильцов.

Плохое качество гидроизоляции подвалов и горизонтальной гидроизоляции стен приводит к миграции влаги в толще каменных конструкций, снижению теплотехнических характеристик ограждающих конструкций, а при длительной эксплуатации — к разрушению стен. Большое число дефектов возникает в связи с неудовлетворительным качеством выполнения бетонных и каменных работ при отрицательных температурах, а также с применением некачественного раствора или бетона. Некачественный раствор (бетон) не обладает способностью твердеть на морозе, его прочность может оказаться на 30—50 % ниже проектной. Такой раствор (бетон), имея более рыхлую фактуру, при оттаивании впитывает талую воду, а при повторных замерзаниях разрыхляется. Повторение циклов оттаивания и замораживания оказывает негативное действие на раствор в кладке.

Оттаивание раствора (бетона) в зданиях и сооружениях происходит неравномерно. Более интенсивно прочность нарастает в конструкциях, обращенных на южную сторону. Внутренние поперечные и продольные стены отогреваются намного медленнее. В подвальных помещениях отогрев и набор прочности раствора происходит значительно позднее, после

полного оттаивания наземных частей здания. При использовании некачественного раствора (бетона) и при загруженной конструкции стен, не достигшей достаточной прочности, образуются трещины, располагающиеся вдоль направления приложенных сил. Одностороннее интенсивное оттаивание кирпичной кладки, возведенной способом замораживания, приводит к выпучиванию стен, а в отдельных случаях при смонтированных перекрытиях к их обрушению.

Сборное индустриальное строительство требует строгого соблюдения технологии возведения. Даже незначительные отклонения при монтаже сборных элементов по этажам суммарно приводят к большим смещениям элементов по вертикали. Монтажные отклонения вызывают утолщение или уменьшение ширины швов, нарушение стыковочных узлов. Это приводит к снижению запаса прочности конструкций, ухудшению технических и эксплуатационных качеств зданий — промерзанию стен в узлах, продуванию швов, проникновению влаги. Постоянное увлажнение стен и узлов вызывает коррозию металлических закладных деталей. Неправильное утепление узлов или полное отсутствие его ведет к промерзанию стен или конденсации водяного пара.

Много дефектов возникает вследствие использования при монтаже поврежденных элементов или со значительными размерными отклонениями. Серьезное влияние на эксплуатационные качества оказывают некачественное выполнение кровельных работ, отсутствие покрытий брендмауэров, парапетов, подоконников. Наиболее опасны дефекты стен, выложенных из кирпича низкой морозостойкости и пониженной прочности. Такие стены начинают разрушаться через 2–3 года и могут достичь аварийного состояния через 8–10 лет эксплуатации.

Использование некачественных строительных материалов при замене отдельных конструктивных элементов в процессе капитального ремонта или реконструкции зданий приводит к ярко выраженной неоднородности конструкций. Так, при обследовании кирпичных стен установлено, что в ряде случаев однородность кладки стен, характеризуемая коэффициентом однородности, не превышает 0,2–0,25, в то время как нормативная документация предусматривает коэффициент однородности кладки 0,5–0,6. Такая анизотропия может вызвать локальное перенапряжение материала стен и необходимость их усиления или полной перекладки.

Дефекты монолитных железобетонных конструкций наиболее часто встречаются в виде неправильного армирования, занижения класса бетона, образования раковин и пустот, нарушающих монолитность конструкций и снижающих их прочностные характеристики.

Распространенным дефектом при ремонтных работах является пробивка новых проемов в кирпичных стенах без предварительной подводки перемычек, что вызывает местные деформации кирпичной кладки в наиболее нагруженных зонах.

Несоблюдение проектных решений опирания вновь уложенных металлических балок, прогонов либо железобетонных плит перекрытий на существующие кирпичные стены (отсутствие подкладных металлических пластин, анкеров, недостаточная заделка в кирпичную кладку) приводит к местному разрушению кладки (трещины в кирпичной кладке в опорной части). Отсутствие утепления торцов металлических балок, прогонов, железобетонных плит при незначительной толщине кирпичной кладки вызывает промерзание стен и конструкции, о чем может свидетельствовать образование в предпотолочной зоне темных пятен в зимний период.

aaarostov@rambler.ru

Материал поступил в редакцию 13 октября 2015 г.

Внимание! В издательстве ЗАО НТЦ ПБ вышли новые книги

Реклама



**SERIES 27 ВЫПУСК 9. РУКОВОДСТВО ПО БЕЗОПАСНОСТИ
«МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИЙНЫХ ВЗРЫВОВ
ТОПЛИВНО-ВОЗДУШНЫХ СМЕСЕЙ»**

Руководство по безопасности «Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей» разработано в целях содействия соблюдению требований федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств» и «Общие требования к обоснованию безопасности опасного производственного объекта».

Руководство содержит рекомендации по оценке параметров воздушных ударных волн при взрывах топливно-воздушных смесей, образующихся в атмосфере при промышленных авариях, определению вероятных степеней поражения людей и степени повреждений зданий от взрывной нагрузки при авариях со взрывами облаков таких смесей.

**SERIES 27 ВЫПУСК 10. РУКОВОДСТВО ПО БЕЗОПАСНОСТИ
«МЕТОДИКА ОЦЕНКИ РИСКА АВАРИЙ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ТРУБОПРОВОДАХ, СВЯЗАННЫХ С ПЕРЕМЕЩЕНИЕМ
ВЗРЫВОПОЖАРООПАСНЫХ ГАЗОВ»**



Руководство по безопасности «Методика оценки риска аварий на технологических трубопроводах, связанных с перемещением взрывопожароопасных газов» разработано в целях содействия соблюдению требований федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств» и «Общие требования к обоснованию безопасности опасного производственного объекта».

Руководство содержит рекомендации к количественной оценке риска аварий для обеспечения требований промышленной безопасности при проектировании, строительстве, капитальном ремонте, техническом перевооружении, реконструкции, эксплуатации, консервации и ликвидации технологических трубопроводов, связанных с перемещением взрывопожароопасных газов.



**SERIES 27 ВЫПУСК 11. РУКОВОДСТВО ПО БЕЗОПАСНОСТИ
«МЕТОДИКА МОДЕЛИРОВАНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ
АВАРИЙНЫХ ВЫБРОСОВ ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ»**

Руководство по безопасности «Методика моделирования распространения аварийных выбросов опасных веществ» разработано в целях содействия соблюдению требований федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств», «Общие требования к обоснованию безопасности опасного производственного объекта» и «Правила безопасности химически опасных производственных объектов».

Руководство содержит рекомендации к расчетам зон аварийного распространения опасных веществ в атмосфере при оценке риска аварий для обеспечения требований промышленной безопасности при проектировании, строительстве, капитальном ремонте, техническом перевооружении, реконструкции, эксплуатации, консервации и ликвидации опасных производственных объектов, на которых возможны случаи выброса опасных веществ в атмосферу.

Эту книгу и другие нормативные документы можно приобрести по адресу:

Москва, Переведеновский пер., д. 13, стр. 21, в интернет-магазине: <http://shop.safety.ru>,

а также заказать в отделе распространения по тел/факсам:
(495) 620-4753 (многоканальный), 620-4746. Email: zakaz@safety.ru