Федеральное агентство по управлению государственным имуществом

Открытое акционерное общество
«Научно-исследовательский центр «Строительство»
(ОАО «НИЦ «Строительство»)

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ОТ ЛАВИНООБРАЗНОГО (ПРОГРЕССИРУЮЩЕГО) ОБРУШЕНИЯ ПРИ АВАРИЙНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

СТО 36554501-024-2010

Москва
2010

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели и задачи разработки, а также использования стандартов организаций в РФ установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила разработки и оформления — ГОСТ Р 1.0—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения» и ГОСТ Р 1.4—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения».

Сведения о стандарте:

1 РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН лабораторией металлических конструкций ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко ОАО «НИЦ «Строительство» (руководитель темы — д-р техн. наук, проф. *П.Г. Еремеев*).

2 РЕКОМЕНДОВАН К ПРИНЯТИЮ секцией «НИЦ «Строительство» от 29 сентября 2010 г.

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ приказом генерального директора ОАО «НИЦ «Строительство» от 11 октября 2010 г. № 246.

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Замечания и предложения следует направлять в ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко — ОАО «НИЦ «Строительство» (т/ф (499) 174-71-97; 174-79-13; e-mail: gost.e-ecolog.ru , gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

© ОАО «НИЦ «Строительство», 2010

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве нормативного документа без разрешения ОАО «НИЦ «Строительство».

Применение настоящего стандарта следует осуществлять на базе договора с ОАО «НИЦ «Строительство» (институт ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко), что определено положениями ГОСТ Р 1.4 — 2004.

Содержание

1 Область применения 1

2 Термины и определения 1

3 Основные положения 2

4 Аварийные расчетные ситуации и воздействия 2

5 Мероприятия по обеспечению безопасности большепролетных сооружений от лавинообразного (прогрессирующего) обрушения при аварийных воздействиях 3

Приложение А (обязательное) Учет опасности лавинообразного обрушения конструкций, обусловленной ошибками проектирования, изготовления, монтажа или неправильной эксплуатацией сооружения 4

Приложение Б (обязательное) Исключение или предупреждение опасности аварийных воздействий, которым могут подвергаться конструкция или объект 5

Приложение В (обязательное) Выбор оптимальных (рациональных) конструктивных решений и материалов 6

Приложение Г (рекомендуемое) Проектирование «ключевых» элементов, способных воспринимать аварийные воздействия в дополнение к стандартным проектным нагрузкам и воздействиям 8

Приложение Д (обязательное) Основные требования по мониторингу состояния несущих конструкций сооружения 10

Приложение Е (обязательное) Основные требования по организации надлежащей эксплуатации большепролетных сооружений 13

Приложение Ж Перечень нормативной литературы 15

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ОТ ЛАВИНООБРАЗНОГО (ПРОГРЕССИРУЮЩЕГО) ОБРУШЕНИЯ ПРИ АВАРИЙНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

Safety large span structures from progressive collapse from accidental actions

Дата введения 2010—11—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает основные требования по обеспечению безопасности большепролетных сооружений от лавинообразного (прогрессирующего) обрушения конструкций исключением или снижением до минимума влияния аварийных воздействий путем использования в первую очередь превентивных мер. Настоящий стандарт предназначен для проектных, строительных и экспертных организаций, а также заказчиков (при подготовке особых требований к уровню надежности и долговечности сооружения) при проектировании, возведении и эксплуатации новых, реконструируемых и эксплуатируемых зданий и сооружений (далее — сооружений) с применением большепролетных конструкций.

При разработке стандарта учтены требования действующих (по рассматриваемой теме) зарубежных и российских нормативных и технических документов в области массового строительства, а также опыт проектирования, возведения и эксплуатации большепролетных сооружений.

2 Термины и определения

2.1 Лавинообразное (прогрессирующее) обрушение — распространение начального локального повреждения в виде цепной реакции от элемента к элементу, которое в конечном счете приводит к обрушению всего сооружения или непропорционально большей его части [6].

Причиной разрушения может быть любая из множества аварийных ситуаций, которые не рассматриваются в обычном проектировании.

2.2 Аварийные воздействия — см. раздел 4.

2.3 Аварийная расчетная ситуация — явление, представляющее исключительные условия работы конструкции на аварийные воздействия, имеющие малую вероятность появления, но приводящие, в большинстве случаев, к тяжелым последствиям [8, 9].

2.4 Большепролетные сооружения — объекты пролетом свыше 36 м.

Большепролетные сооружения перекрывают пространственными конструкциями (сплошные и стержневые оболочки; купола; висячие вантовые, тонколистовые (мембранные) и тентовые покрытия; стержневые пространственные конструкции (структуры), перекрестные системы) или традиционными конструкциями больших пролетов (фермы, рамы, арки и т.п.). Такие конструкции могут быть выполнены из разнообразных материалов: сталь, железобетон, дерево, специальные ткани, в отдельных элементах могут применяться тросы, углепластик и др., а также комбинации из указанных материалов.

2.5 Уникальные большепролетные сооружения — объекты, характеризуемые по критерию технической сложности следующими параметрами:

- пролеты свыше 100 м при конструктивных решениях, прошедших успешную апробацию в практике проектирования, строительства и эксплуатации;
- пролеты свыше 60 м при принципиально новых конструктивных решениях, не прошедших проверку в практике строительства и эксплуатации, требующих разработки специальных методов расчета, экспериментального исследования на физических моделях и т.п.

Уникальность сооружения определяется также значимостью объекта: численностью людей, постоянно или временно находящихся в пределах территории, размером материальной и моральной стоимости восстановления сооружения в случае аварии [1]. К уникальным относят-

ся объекты с численностью людей, находящихся в нем постоянно, свыше 500 человек, либо находящихся там периодически свыше 1000 человек, либо находящихся около сооружения свыше 10000 человек [5].

3 Основные положения

3.1 Большепролетные сооружения относятся к объектам с повышенным уровнем ответственности по назначению, их обрушение может привести к тяжелым социальным и экономическим последствиям. При их проектировании возникают проблемы, которые не отражены в действующих российских строительных нормах.

3.2 Требования по предотвращению лавинообразного (прогрессирующего) обрушения, содержащиеся в документах, которые относятся только к жилым и офисным многоэтажным зданиям [3, 4, 7, 10, 11], основаны на учете в качестве аварийной ситуации отказа какого-либо элемента конструкции и расчетах здания с исключением из работы этого несущего элемента, не могут быть использованы при проектировании большепролетных пространственных систем. Такие конструкции невозможно защитить условными расчетами путем исключения из работы основных (ключевых) несущих конструктивных элементов (например, опорного контура висячих или выпуклых оболочек, несущих пилонов или главных канатов вантовых систем и т.п.). При буквальном соблюдении п. 1.10 ГОСТ 27751, касающегося этого вопроса, реальное проектирование таких объектов становится невозможным ввиду нечеткости и неопределенности части требований п. 1.10 ГОСТ 27751, которое не подкреплено никакими нормативными документами, что исключает возможность его выполнения при проектировании большепролетных сооружений.

3.3 В последние годы в зарубежные строительные нормы введено понятие риска, предложены подходы для определения уровня риска/последствия, оценки проектных мер, в том числе предотвращения лавинообразного (прогрессирующего) обрушения, которые учитывают ценность и уязвимость сооружения. Отмечено, что никакими экономически оправданными мерами нельзя полностью исключить риск отказа любого несущего элемента. Каждое сооружение имеет некоторую вероятность разрушения. Попытка приблизить эту вероятность к нулю сопровождается стремительным ростом стоимости сооружения [2].

Однако сооружения должны проектироваться, возводиться и эксплуатироваться так, чтобы ограничивать эффект местного разрушения, предотвращать или минимизировать лавинообразное (прогрессирующее) обрушение, чтобы ущерб, возникающий как следствие аварийных событий, не достигал размеров, несоизмеримо больших, чем последствия изначального локального повреждения.

3.4 Наиболее рациональным и экономичным методом обеспечения безопасности большепролетных сооружений от лавинообразного (прогрессирующего) обрушения конструкций при аварийных воздействиях являются превентивные меры, максимально учитывающие различные аварийные ситуации (см. раздел 5).

4 Аварийные расчетные ситуации и воздействия

4.1 При проектировании должны учитываться следующие аварийные ситуации и воздействия:

- аварии или значительные повреждения несущих конструкций, вызванные ошибками проектирования, изготовления или монтажа, ненадлежащим качеством материалов, нарушением правил эксплуатации сооружения и т.п.;
- взрывы (взрывоопасные материалы и бытовой газ, промышленные взрывы, взрывные устройства, используемые террористами);
- аварии оборудования;
- столкновения с движущимися транспортными средствами;
- особые воздействия (землетрясения, пожары, сильные ветры, карстовые воронки и провалы в основаниях сооружений), включенные в строительные нормы, также не должны приводить к лавинообразному (прогрессирующему) обрушению.

4.2 Аварийные расчетные ситуации и воздействия требуют особого анализа и разработки мероприятий по снижению опасности (предотвращению) аварийных воздействий. Они должны быть отражены в «Техническом задании» или «Специальных технических условиях» на

проектирование», утверждаемых заказчиком для каждого большепролетного сооружения. Там же оговаривается требуемый уровень надежности сооружения.

5 Мероприятия по обеспечению безопасности большепролетных сооружений от лавинообразного (прогрессирующего) обрушения при аварийных воздействиях

5.1 Безопасность большепролетных сооружений от лавинообразного (прогрессирующего) обрушения конструкций при аварийных воздействиях должна быть обеспечена правильным выбором и применением одного или нескольких перечисленных ниже мероприятий, в ряде случаев соответствующих определенному аварийному воздействию.

5.1.1 Минимизация влияния возможных ошибок проектирования, изготовления, монтажа или неправильной эксплуатации сооружения (приложение А).

5.1.2 Исключение или предупреждение опасности аварийных воздействий, которым могут подвергаться конструкция или объект (приложение Б).

5.1.3 Выбор рациональных конструктивных решений и материалов, обеспечивающих несущую способность сооружения даже при наличии локальных (в пределах одного конструктивного элемента) повреждений (приложение В).

5.1.4 Проектирование «ключевых» элементов с учетом возможности восприятия аварийных воздействий в дополнение к стандартным проектным нагрузкам и воздействиям (приложение Г).

5.1.5 Мониторинг состояния несущих конструкций и организация надлежащей эксплуатации сооружения (приложения Д и Е).

5.2 Перечисленные мероприятия должны обеспечиваться квалифицированным выполнением проектных и строительных работ, использованием надлежащих стройматериалов, выбором методов контроля и приемки и обязательным их выполнением на всех стадиях проектирования, возведения и эксплуатации сооружения.

5.3 На стадии проектирования большепролетных сооружений следует рассматривать несколько взаимосвязанных подходов по обеспечению безопасности конструкций от лавинообразного (прогрессирующего) обрушения при аварийных воздействиях:

- системный принцип — оценка уязвимости примененных конструктивных схем при аварийных воздействиях и лавинообразном (прогрессирующем) обрушении, разработка решений, которые являются эффективными для уменьшения последствий при различных сценариях угрозы;
- превентивные меры безопасности — снижение степени опасности аварийных воздействий;
- замедление обрушения — для обеспечения достаточного времени и путей эвакуации из сооружения после начала локального повреждения конструкции.

При принятии решений должны учитываться:

- причины и вид аварийных воздействий;
- возможные последствия лавинообразного обрушения, включающие опасность для жизни и увечий людей, экономические и социальные потери;
- стоимость и сложность мероприятий по обеспечению безопасности конструкций от лавинообразного (прогрессирующего) обрушения при аварийных воздействиях.

5.4 Применительно к одному и тому же уровню обеспечения безопасности конструкций от лавинообразного (прогрессирующего) обрушения при различных аварийных воздействиях варианты мероприятий могут быть взаимозаменяемыми. Ужесточение мер одного типа может компенсировать ослабление мер другого типа. Различные решения могут соответствовать определенному типу угрозы. Например, в случае пожара для сохранения несущей способности системы могут быть эффективны более долговечные огнезащитные покрытия. Однако в большинстве случаев следует принимать рациональное сочетание нескольких методов. Такой объединенный подход минимизирует расход средств при существенном улучшении способности конструкций сопротивляться лавинообразному (прогрессирующему) обрушению при аварийных воздействиях.

5.5 Требования по обеспечению безопасности конкретного большепролетного сооружения от лавинообразного (прогрессирующего) обрушения конструкций при аварийных воздействиях, предусмотренные настоящим стандартом, должны быть обязательно отражены в «Техническом задании» или «Специальных технических условиях» на проектирование, согласованных и утвержденных в установленном порядке.

Приложение А

(обязательное)

Учет опасности лавинообразного обрушения конструкций, обусловленной ошибками проектирования, изготовления, монтажа или неправильной эксплуатацией сооружения

А.1 Для минимизации влияния возможных ошибок проектирования, изготовления, монтажа или неправильной эксплуатации сооружения рекомендуется назначение необходимых запасов несущей способности основных («ключевых») элементов конструкций. С целью выявления «ключевых» элементов, выход из строя которых влечет за собой лавинообразное обрушение всей системы, выполняется анализ работы конструкции.

А.2 Для «ключевых» элементов и узлов вводятся дополнительные коэффициенты условий работы $\gamma_{c,доп}$, определяемые в «Специальных технических условиях» на проектирование конкретного большепролетного сооружения, в соответствии с рекомендациями табл. А.1. Величины коэффициентов регламентируются в зависимости от расчетного срока эксплуатации и пролета сооружения, степени ответственности «ключевых элементов». При этом выделяются ключевые элементы 1-й и 2-й степеней ответственности. К первым ($\gamma_{c,доп} \geq 0,8$) относятся, например, контурные элементы оболочек, пилоны, основные ванты, оттяжки, а ко вторым ($\gamma_{c,доп} \geq 0,9$) — несущие элементы и узлы пролетной конструкции.

А.3 В «Специальных технических условиях» должно быть указано требование обязательного выполнения независимой экспертизы законченной документации на стадии «проект», а в ряде случаев (по требованию заказчика) — независимой экспертизы законченной «рабочей документации» перед сдачей ее в производство, в т.ч. выполнение поверочных расчетов с целью повышения качества проекта, исключения возможных ошибок. Экспертиза должна выполняться специалистами, имеющими практический опыт проектирования сооружений подобного рода.

Таблица А.1

№ п.п.	Ключевые элементы конструкции	Пролет, м	Дополнительные коэффициенты условий работы $\gamma_{c,доп}$ в зависимости от расчетного срока эксплуатации сооружения		
			До 50 лет	От 50 до 75 лет	Свыше 75 лет
1	Сжатые и растянутые железобетонные и стальные опорные контуры оболочек покрытий	До 60	1,0	0,95	0,9
		От 60 до 100	0,95	0,9	0,85
		Свыше 100	0,9	0,85	0,8
2	Главные ванты и трос-подборы висячих покрытий	До 60	1,0	0,95	0,9
		От 60 до 100	0,95	0,9	0,85
		Свыше 100	0,9	0,85	0,8
3	Пилоны (стойки) и оттяжки от пилонов (стоек)	До 60	1,0	0,95	0,9
		От 60 до 100	0,95	0,9	0,85
		Свыше 100	0,9	0,85	0,8
4	Основные колонны (опоры) по периметру сооружения	До 60	1,0	0,95	0,9
		От 60 до 100	0,95	0,9	0,85
		Свыше 100	0,9	0,85	0,8
5	Основные несущие элементы пролетной конструкции (фермы, балки)	До 60	1,0	1,0	1,0
		От 60 до 100	0,95	0,95	0,95
		Свыше 100	0,9	0,9	0,9

Примечания

1 Дополнительные коэффициенты условий работы $\gamma_{c,доп}$ уменьшают допускаемое расчетное сопротивление материала.

2 Приведенные в табл. А.1 дополнительные коэффициенты условий работы $\gamma_{c,доп}$ следует учитывать одновременно с коэффициентом надежности по назначению γ_n и коэффициентами условий работы элементов и соединений в соответствии с требованиями действующих нормативных документов.

3 Приведенные в табл. А 1 дополнительные коэффициенты условий работы $\gamma_{c,доп}$ следует учитывать только для основных сочетаний нагрузок.

Приложение Б

(обязательное)

Исключение или предупреждение опасности аварийных воздействий, которым могут подвергаться конструкция или объект

Б.1 Рекомендуется применение превентивных мер безопасности [12 — 15], исключающих, предупреждающих или снижающих до минимума влияние аварийных воздействий, которым могут подвергаться конструкция или объект, — комплексное обеспечение безопасности и антитеррористической защищенности.

Б.1.1 Запрещается хранение взрывчатых материалов в сооружении или для их хранения следует предусматривать специально оборудованные помещения с постоянным контролем выполнения правил их эксплуатации.

Б.1.2 Перед сооружением возводят защищенный периметр, устанавливают прочные ограждения в виде массивных тумб, надолбов, подпорных стенок, заграждений из тросов или систему искусственных защитных барьеров типа стен, заборов, уступов, траншей, водоемов, посадок деревьев и т.п. для воспрепятствования приближения транспортных средств к сооружению, в том числе с целью террористического нападения.

Б.1.3 Увеличивают размеры зон, недоступных для террористической угрозы, за счет увеличения не менее чем на 50 м расстояния между защищенным периметром и фасадами сооружения. Площадку подъезда рекомендуется располагать ниже пола первого этажа сооружения. Минимальные размеры зон, обеспечивающие требуемый уровень защиты против террористических нападений, устанавливаются специальными стандартами для различных типов сооружений или разделами проекта конкретного сооружения.

Б.1.4 Выполняется комплекс антитеррористических организационных мероприятий по защите сооружения по периметру. Обеспечивается въездной контроль с применением специальных средств: надежные управляемые барьеры на въездах, исключающие возможность силового проезда (тарана) транспортными средствами; контрольно-пропускные пункты; система наблюдения; защита от проникновения внутрь здания с помощью стальных решеток, экранов из стальной сетки, датчиков защитной сигнализации; технические средства досмотра и т.п.

Б.2 Разработка и детализация превентивных защитных мер безопасности выполняются специализированными организациями в особых разделах проекта конкретного большепролетного сооружения.

Б.3 Предусматриваются технические (объемно-планировочные, конструктивные, инженерные, организационные) мероприятия, обеспечивающие своевременную, беспрепятственную и безопасную эвакуацию людей при возникновении аварийных воздействий.

Приложение В

(обязательное)

Выбор оптимальных (рациональных) конструктивных решений и материалов

В.1 Конструктивные решения должны обеспечивать несущую способность сооружения даже при локальных повреждениях, предотвращать лавинообразное обрушение системы вследствие разрушения второстепенных элементов конструкции, узлов и деталей (связи, элементы, обеспечивающие устойчивость «ключевых» конструкций, и т.п.). Устойчивость здания против лавинообразного обрушения следует обеспечивать применением соответствующих конструктивных мер и материалов, в том числе способствующих развитию в конструктивных элементах и их соединениях пластических деформаций; рациональным решением системы связей и элементов соединений.

В.2 Особое внимание следует уделять расчетам и конструированию узлов, выполняя их равнопрочными сопрягаемым элементам по опорным сечениям, или когда сечения подобраны по гибкости или по прочности пролетного сечения, применять дополнительный коэффициент условия работы $\gamma_{c,доп} \geq 0,85$. Стыки элементов следует располагать вне зоны максимальных усилий.

В.3 Следует применять материалы с повышенными требованиями к их пластичности, хладостойкости и свариваемости. Качество и марки материалов стальных конструкций следует принимать с учетом степени ответственности большепролетных сооружений для группы 1 по табл. 50* СНиП II-23-81* с дополнительными требованиями:

по содержанию вредных примесей не более: сера $\leq 0,01$ %, фосфор $\leq 0,015$ %; по ударной вязкости: $KCV^{-40} \geq 29$ Дж/см^2; Z-свойства — группа качества — не менее чем Z25 по ГОСТ 28870; контроль УЗК — не менее 2-го класса сплошности по ГОСТ 22727.

Полный комплекс требований к качеству материалов должен быть отражен в «Технических условиях по изготовлению конструкций» (см. п. В.7).

В.4 Для стальных «ключевых» элементов рекомендуется использовать конструктивно-технологические решения, не вызывающие значительную концентрацию напряжений, уменьшающие растягивающие напряжения в направлении толщины проката. Материал «ключевых» элементов конструкций в зонах, воспринимающих растягивающие напряжения по толщине листа, до сварки следует подвергать сплошному ультразвуковому дефектоскопическому контролю. Конструктивные и технологические решения должны уменьшать влияние остаточных сварочных деформаций и напряжений.

В.5 Стальные периметральные колонны (стойки) из труб и стальные наружные опорные контуры коробчатого сечения должны быть заполнены бетоном класса прочности на сжатие не ниже В10.

В.6 Железобетонные основные несущие элементы следует проектировать с увеличенным количеством хомутов, постановкой спиральной арматуры или использованием внешнего листового армирования. В случае применения предварительно напряженного и сборного железобетона необходимо обращать дополнительное внимание на проектирование и изготовление элементов, узлов и деталей. Для железобетонных конструкций следует учитывать их постпредельное состояние; работу конструкций при больших деформациях и прогибах, а также со значительным раскрытием трещин.

В.7 Необходима разработка (в соответствии с п. 3.3 СП 53-101-98) «Технических условий на изготовление и монтаж конструкций», содержащих дополнительные требования и основные положения показателей качества применяемых материалов, изготовления и монтажа конструкций, методы их контроля и приемки, не входящие в действующие нормативно-технические документы или регламентирующие более высокие требования.

В.8 При необходимости используют специальные технические решения, определяющие огнестойкость и сейсмическую устойчивость сооружения, воспринимающие воздействие промышленных взрывов, противостоящие отказам фундаментов при возникновении карстовых воронок или провалов в основаниях сооружений.

В.9 Рекомендуется применять взрывоустойчивые конструкции и материалы, соответствующие огнезащитные покрытия.

В.10 Нижние части (на высоту не менее 3 м от уровня земли) основных периметральных колонн (стоек) и оттяжек следует усиливать за счет увеличения их массивности (бетонированием), облицовки стальными листами толщиной не менее 20 мм или композиционными материалами из углепластика.

В.11 Рекомендуется в качестве большепролетных покрытий использовать пространственные конструкции — сплошные и стержневые оболочки, купола, висячие вантовые, тонколистовые (мембранные) и тентовые покрытия, стержневые пространственные конструкции (структуры), перекрестные системы. При применении традиционных конструкций — ферм, рам, арок и т.п. следует повышать степень их статической неопределимости за счет включения в систему дополнительных связей, обеспечивающих пространственную работу большепролетного покрытия.

Приложение Г

(рекомендуемое)

Проектирование «ключевых» элементов, способных воспринимать аварийные воздействия в дополнение к стандартным проектным нагрузкам и воздействиям

Этот вариант рекомендуется применять при невозможности использования превентивных мероприятий. Он предполагает обязательное нормирование в «Специальных технических условиях» параметров и величин аварийных воздействий и объема допускаемых повреждений.

Г.1 Прочность и устойчивость сооружения против лавинообразного (прогрессирующего) обрушения проверяются расчетом конструкций на особое сочетание нагрузок и воздействий, включающее постоянные и временные длительные нагрузки по СНиП 2.01.07-85*, а также одно из аварийных воздействий (см. п. 4.1), соответствующих определенной чрезвычайной ситуации. В этих расчетах не следует учитывать коэффициент надежности по ответственности сооружения и дополнительные коэффициенты условий работы по требованиям приложения А.

Г.1.1 Величина, направление и места приложения сосредоточенных или распределенных нагрузок и воздействий на основные («ключевые») элементы должны быть определены «Специальными техническими условиями» на проектирование конкретного большепролетного сооружения по рекомендациям специализированных организаций. При этом минимальные величины расчетных аварийных нагрузок и воздействий должны приниматься равными:

- для стержневых элементов в виде сосредоточенной силы не менее чем 35 кН (3,5 тс);

- для пластинчатых и оболочечных элементов не менее чем 10 кН (1 тс) на 1 м^2 поверхности рассматриваемого элемента.

Г.1.2 Образование карстовой воронки диаметром 6 м, расположенной в любом месте под фундаментами сооружения (для карстоопасных районов), неравномерные осадки основания.

Г.1.3 Все основные несущие конструкции (периметральные стойки, стержневые элементы куполов и оболочек и т.п.) должны быть способны к восприятию особых сочетаний нагрузок и воздействий, при исключении из работы одного из примыкающих второстепенных элементов (распорок, прогонов, связей и т.п.), повреждении ограждающих конструкций, обеспечивающих устойчивость основных несущих конструкций, на участке общей площадью до 40 м^2.

Г.2 В расчетах на локальные аварийные воздействия на отдельные элементы следует использовать пространственную расчетную модель. Такая модель может учитывать элементы, которые при нормальных эксплуатационных условиях не являются несущими, а при наличии локальных воздействий участвуют в перераспределении нагрузок. Расчетная схема сооружения должна учитывать возможность изменения характера работы системы в целом и отдельных элементов, изменение прочностных и жесткостных характеристик материала и т.п.

Г.3 Возможны три варианта расчетов: линейный статический, нелинейный статический и нелинейный динамический.

Линейный статический. Расчетные предпосылки основаны на малых деформациях системы и упругой работе материала.

Нелинейный статический. Учитывается физическая и геометрическая нелинейность с учетом истории нагружения от нулевого состояния до исчерпания несущей способности.

Нелинейный динамический. Учитывается физическая и геометрическая нелинейность. Динамический анализ работы конструкции на аварийные воздействия выполняют, анализируя работу системы до затухания колебаний.

Выбор варианта расчета должен определяться в «Специальных технических условиях» на проектирование конкретного большепролетного сооружения. Рекомендуется расчеты выполнять на статические нагрузки и воздействия, при необходимости с учетом геометрической и физической нелинейности, использования для железобетонных конструкций метода теории предельного равновесия. При этом усилия от аварийных воздействий на узловые элементы и соединения рекомендуется увеличивать на 15 %.

Г.4 Расчетные прочностные и деформационные характеристики материалов следует принимать равными их нормативным значениям согласно действующим нормам проектирования. Эти характеристики сопротивления материалов в случае аварийных воздействий (см. п. 4.1) допускается повышать за счет использования дополнительных коэффициентов надежности и коэффициентов условий работы, учитывающих малую вероятность аварийных воздействий, использования работы металлических конструкций и арматуры за пределом текучести материала, а также интенсивного роста прочности бетона в начальный период после возведения сооружения.

Эти коэффициенты рекомендуется принимать для стальных и железобетонных конструкций суммарно равными 1,15.

Г.5 Перемещения конструкций и раскрытие в них трещин (для железобетонных конструкций) в рассматриваемых чрезвычайных ситуациях не ограничиваются. Так как расчеты с учетом пластичности приводят к большим деформациям и потенциальной возможности образования цепочки шарниров пластичности, расчетный анализ системы должен подтвердить ее неизменяемость. При этих расчетах необходимо учитывать все нагрузочные факторы и их воздействие на жесткостные характеристики элементов с учетом пластичности.

Г.6 Прочность и устойчивость сооружения (за исключением уникальных, отказы которых могут привести к тяжелым экономическим, социальным и экологическим последствиям), в случае локального аварийного воздействия на отдельные элементы, должны быть обеспечены как минимум на время, необходимое для эвакуации людей.

Приложение Д

(обязательное)

Основные требования по мониторингу состояния несущих конструкций сооружения

Д.1 Для обеспечения безопасности большепролетных сооружений от лавинообразного (прогрессирующего) обрушения необходимо проведение инструментального мониторинга, отслеживающего техническое состояние элементов и конструкций в целом, их деформаций во времени и при различных нагрузках, при их возведении и после сдачи в эксплуатацию.

Д.2 Проведение инструментального мониторинга позволяет:

- оценивать и прогнозировать фактическую несущую способность конструкций и обеспечивать контроль безаварийной работы сооружения;

- своевременно обнаруживать и контролировать развитие дефектов в конструкциях и на этой основе прогнозировать остаточный ресурс сооружения;

- принимать, в случае необходимости, своевременные и адекватные меры по усилению несущих конструкций, позволяя на ранних стадиях предотвращать возможные необратимые изменения системы;

- принимать обоснованные решения о продлении срока безаварийной эксплуатации объектов.

Д.3 Надежная и безопасная работа сооружений обеспечивается проведением технического мониторинга с использованием современных методов, методик и средств неразрушающего контроля на стадиях изготовления, монтажа и эксплуатации. Повышенные требования к надежности большепролетных сооружений определяют необходимость их контроля на стадии эксплуатации по техническому состоянию, с организацией системы непрерывного или периодического технического мониторинга, который включает:

- оценку нагрузок, воздействий и факторов, являющихся причинами возникновения и развития дефектов;

- оценку видов дефектов, их расположение, характер развития;

- методы неразрушающего контроля для получения надежной и достоверной информации об объекте;

- различные способы решения задач по обнаружению и слежению за ростом дефектов и их регистрации;

- расчет на фактические нагрузки по этапам измерений и анализ соответствия результатов мониторинга несущих конструкций расчетным данным;

- разработку критериев оценки опасности обнаруженных дефектов и рекомендаций по безопасной эксплуатации сооружения.

Д.4 При диагностическом мониторинге контролируются основные виды повреждений: изменение пространственного положения конструкции в процессе эксплуатации, трещины в элементах несущих конструкций и в узлах, коррозия металла, износ элементов и т.п. Основное влияние на напряженно-деформированное состояние конструкции оказывают нагрузки. При их периодическом изменении могут образоваться локальные участки с повышенным уровнем напряжений, обычно группирующиеся в зонах концентраторов. Возникновению и развитию дефектов могут способствовать внешние воздействия: неравномерные осадки основания, физико-химические свойства среды, способствующие коррозии и т.п.

Д.5 Выбор методов неразрушающего контроля, обеспечивающих своевременное обнаружение дефектов при диагностическом мониторинге, зависит от типа объекта, вида эксплуата-

ционных дефектов, свойственных данному объекту, и от особенностей мест их возникновения в исследуемой конструкции. При контроле технического состояния могут применяться:

- инструментальный геодезический контроль перемещений несущих конструкций в пространстве для получения интегральной характеристики состояния сооружения;

- инструментальный контроль с применением различных методов: акустико-эмиссионного, ультразвукового, тензометрического и т.п.

При необходимости следует применять различные системы автоматического мониторинга для непрерывной оценки напряженно-деформированного состояния конструкций.

Д.6 Специальный раздел проектной документации с требованиями по мониторингу конструкций должен включать:

- перечень элементов и узлов конструкций, требующих обязательных осмотров;

- методы проведения мониторинга и частоту требуемых специальных натурных осмотров и инспекционных сообщений;

- перечень требуемого технического оснащения и оборудования;

- перечень должностных обязанностей персонала эксплуатирующей организации и их ответственности.

Д.7 В большепролетных сооружениях необходимо проведение систематических наблюдений, текущих периодических осмотров, общих периодических осмотров (выполняемых, как правило, два раза в год — весной и осенью) и внеочередных осмотров, осуществляемых специальными комиссиями после стихийных бедствий (пожаров, ураганных ветров, больших ливней или снегопадов, сейсмических воздействий и т.п.) или аварий, а также после выявления систематическими наблюдениями или текущим осмотром аварийного состояния строительных конструкций. Особо внимательному осмотру необходимо подвергать стыки металлических и сборных железобетонных конструкций, а также конструкций, находящихся в условиях влажного режима, динамических, термических и переменных статических нагрузок.

В случае возникновения опасных деформаций, трещин или других признаков разрушения наблюдения следует вести ежедневно с принятием соответствующих мер, обеспечивающих безопасность людей и сохранность оборудования. Необходимо немедленно принимать меры по организации освидетельствования с привлечением специализированной организации для разработки мер по усилению или замене конструкции.

Д.8 При осмотрах строительных конструкций необходимо устанавливать их физическое состояние и выявлять дефекты, повреждения, в том числе общие и местные деформации конструкций, появившиеся в результате:

- ошибок при проектировании;

- нарушений, допущенных при изготовлении конструкций;

- нарушений условий транспортировки, хранения на складах, монтажа;

- эксплуатации конструкций (нагрузки и воздействия на конструкции, специфика технологии, наличие агрессивных сред и качество антикоррозионной защиты, соблюдение правил эксплуатации конструкций и пр.).

Д.9 Определение причин выявленных осмотрами и зафиксированных дефектов, повреждений, в том числе деформаций строительных конструкций, проводится специализированными организациями на основании детального инструментального обследования.

Д.10 При осмотрах металлических конструкций необходимо выявлять видимые дефекты и повреждения: деформации отдельных элементов или конструкции в целом, смещение от проектного положения отдельных элементов или конструкции в целом, отсутствие отдельных

элементов в конструкции, искажение формы или нарушение геометрических размеров сечений или профиля элементов, механические повреждения металла, трещины в металле различного характера, смещения в узлах конструкций, дефекты и разрушения узловых соединений (сварных, болтовых, заклепочных), разрушение антикоррозионных защитных покрытий и коррозионные повреждения металла.

Д.11 Повреждения антикоррозионных защитных покрытий должны устанавливаться визуальным осмотром. Оценка состояния (величина дефектов и степень повреждения) противокоррозионной защиты должна производиться в процессе текущих периодических осмотров и устанавливаться в соответствии с инструктивно-нормативными документами.

Д.12 В случае выявления недопустимых дефектов и повреждений должны быть приняты соответствующие неотложные меры по аварийным конструкциям.

Д.13 К числу недопустимых дефектов и повреждений металлических конструкций, требующих немедленного устранения, относятся: трещины в основном металле элементов или в сварных швах; отсутствие или перерывы сварных швов в узловых соединениях или элементах конструкций; отсутствие заклепок, болтов, гаек или средств их фиксации в соединениях; искривление элемента вследствие потери устойчивости; отсутствие или разрушение элементов несущих или связевых конструкций, обеспечивающих устойчивость основных конструкций.

Д.14 К числу недопустимых дефектов и повреждений железобетонных конструкций, требующих немедленного устранения, относятся: превышающие требование норм деформации отдельных элементов или конструкции в целом; отклонения от проектного положения; нарушение геометрических размеров сечений; дефекты бетонирования (раковины и скопления инертных материалов, слабо связанных между собой и т.д.), механические повреждения; различного характера трещины, смещения и деформации в узлах сопряжений конструкций; растрескивание и разрушение защитных слоев бетона; коррозия арматуры; нарушение сцепления арматуры с бетоном; увлажнения, высолы, разрушение защитных покрытий бетона и карбонизация бетона.

Д.15 При осмотре предварительно напряженных железобетонных конструкций особое внимание необходимо обращать на состояние анкерующих устройств и примыкающих участков бетона.

Д.16 Степень опасности и меры по устранению прогибов, отклонений от проектного положения, трещин, дефектов и повреждений конструкций должны определяться на основе поверочных расчетов в соответствии с требованиями действующих инструктивно-нормативных документов, как правило, с привлечением специализированных организаций.

Приложение Е

(обязательное)

Основные требования по организации надлежащей эксплуатации большепролетных сооружений

Е.1 При эксплуатации (содержании и надзоре) строительных конструкций большепролетных сооружений следует руководствоваться главами СНиП 3.01.04-87, СП 13-102-2003, МГСН 2.10-04 и другими действующими нормативными документами по проектированию, строительству, приемке в эксплуатацию и эксплуатации зданий и сооружений, а также проектной документацией на эксплуатируемое сооружение. В составе проектной документации должен быть предусмотрен специальный раздел с паспортом (регламентом) по эксплуатации сооружения. Эти требования должны обеспечивать безаварийную эксплуатацию строительных конструкций в соответствии с условиями, предусмотренными в проекте или в нормах на проектирование.

Е.2 Основными задачами эксплуатации строительных конструкций большепролетных сооружений являются:

- обеспечение соответствия параметров эксплуатационных сред, нагрузок и воздействий на строительные конструкции величинам, принятым при проектировании здания или оговоренным действующими нормативными документами;

- организация, планирование и проведение технического мониторинга и текущих периодических осмотров;

- своевременное выявление, оценка и устранение неисправностей строительных конструкций.

При подготовке и проведении всех работ по эксплуатации и ремонту строительных конструкций должны приниматься меры, предотвращающие аварийное разрушение конструкций и обеспечивающие безопасность людей и сохранность оборудования.

Е.3 В обязанности службы эксплуатации входят:

- участие на стадии строительства в промежуточной приемке и освидетельствовании скрытых работ, а также тех работ, от качества выполнения которых зависят устойчивость и прочность сооружения или его частей;

- участие в рабочих и государственных комиссиях по приемке в эксплуатацию сооружения после окончания его строительства или реконструкции;

- составление заданий на проведение технического мониторинга сооружения специализированными организациями, оказание необходимой помощи при проведении обследований, промежуточная и окончательная приемка выполненных работ;

- составление перспективных планов капитального ремонта сооружения;

- проведение организационных работ, связанных с выполнением капитального ремонта сооружения, контроль качества этих работ;

- проведение подготовительных работ по организации и участие в работе комиссий по приемке в эксплуатацию сооружения после окончания капитального ремонта;

- разработка предложений по обеспечению доступа к ответственным узлам строительных конструкций эксплуатируемых сооружений для осмотра и ремонта, контроль за их осуществлением;

- анализ причин возникновения дефектов и повреждений, а также накопление статистических материалов об их развитии во время эксплуатации;

- участие в работе комиссий по определению степени износа сооружения;

- запрещение технической эксплуатации сооружения или отдельных строительных конструкций в случае обнаружения неисправностей, угрожающих безопасности людей, сохранности сооружения или оборудования;

- привлечение специализированных организаций для проведения обследований сооружения и разработки вопросов, связанных с его эксплуатацией, а также организаций для выполнения капитального ремонта сооружения;

- при эксплуатации зданий в особых условиях (геофизических, технологических и т.п.) в штате отдела эксплуатации сооружения должны быть специалисты соответствующего профиля.

Е.4 Замена или модернизация технологического оборудования, вызывающая изменение силовых воздействий, степени или вида агрессивного воздействия на строительные конструкции сооружения, проведение работ по демонтажу оборудования, переналадке технологических коммуникаций должны производиться только по специальным проектам, разработанным или согласованным генеральным проектировщиком.

Е.5 В процессе эксплуатации конструкций не допускается изменять конструктивную схему сооружения. Строительные конструкции необходимо предохранять от перегрузки, с этой целью не допускаются:

- установка, подвеска и крепление на конструкциях не предусмотренного проектом технологического оборудования и других устройств (даже на время его монтажа), перестановка технологического оборудования; дополнительные нагрузки в случае необходимости могут быть допущены только по согласованию с генеральным проектировщиком;

- ослабление несущих конструкций путем вырезов, исключения элементов конструкций, снятие или перестановка связей, создание в местах шарниров жестких сопряжений элементов; такие решения могут быть приняты в виде исключения только при наличии проектного решения, разработанного или согласованного генеральным проектировщиком;

- крепление новых элементов, приварка деталей, подвеска трубопроводов, светильников или кабелей;

- прокладка по покрытиям временных трубопроводов, установка не предусмотренных проектом вентиляционных устройств и т.п., складирование на покрытии строительных материалов и изделий, размещение различных вспомогательных помещений, не предусмотренных проектом и создающих условия для образования дополнительных снеговых мешков на кровле.

Е.6 Сроки возобновления противокоррозионных покрытий металлических конструкций должны быть назначены с учетом степени агрессивного воздействия эксплуатационной среды, системы и состояния противокоррозионной защиты, конструктивной формы элементов. Поврежденные участки противокоррозионного покрытия несущих или ограждающих металлических конструкций должны быть в кратчайший срок восстановлены.

Е.7 Засорение или неисправность желобов и труб внешних водостоков, ендов, воронок и труб внутренних водостоков следует устранять немедленно.

Е.8 Очистку кровли от снега следует производить в случае, если фактическая нагрузка от снега равна или превышает принятую при проектировании, а также в случае аварии или необходимости выполнения срочного ремонта кровель.

Приложение Ж

Перечень нормативной литературы

ГОСТ 22727. Прокат листовой. Методы ультразвукового контроля.

ГОСТ 27751. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения по расчету.

ГОСТ 28870. Сталь. Методы испытания на растяжение толстолистового проката в направлении толщины.

МГСН 2.10-04. Временные нормы и правила обследования и мониторинга технического состояния зданий и сооружений в городе Москве. — М., 2004.

СНиП 2.01.07-85*. Нагрузки и воздействия.

СНиП II-23-81*. Стальные конструкции.

СНиП 3.01.04-87. Приемка в эксплуатацию законченных строительством объектов. Основные положения (изд. 2001 г. с изм.).

СП 13-102-2003. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений. — М., 2003.

СП 53-101-98. Изготовление и контроль качества стальных строительных конструкций.

[1] Отставнов В.А., Смирнов А.Ф., Райзер В.Д., Сухов Ю.Д. Учет ответственности зданий и сооружений в нормах проектирования строительных конструкций//Строительная механика и расчет сооружений. — №1. — 1981.

[2] Райзер В.Д. Теория надежности в строительном проектировании. — М.: АСВ, 1998.

[3] Рекомендации по защите монолитных жилых зданий от прогрессирующего обрушения. — М.: «НИАЦ», 2005.

[4] Рекомендации по защите высотных зданий от прогрессирующего обрушения. — М.: «НИАЦ», 2006.

[5] Федеральный закон № 177567-5. Технический регламент «О безопасности зданий и сооружений».

[6] ASCE 7-02 «Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures, 2002 edition», American Society of Civil Engineers, Reston, VA, 2002.

[7] General Services Administration Washington, DC Draft, Progressive Collapse Analysis Draft, Progressive Collapse Analysis Office Buildings and Major Modernization Projects, 2003.

[8] ENV 1991-2-7: 1998. Eurocode 1: Basis of design and actions on structures. Accidental actions due to impact and explosions. — Brussels: CEN, 1998.

[9] prEN 1990:2001. Eurocode 0: Basis of structural design. — Brussels: CEN, 2008.

[10] National Bureau of Standards Washington, DC 20234 Report Number — GCR. The Avoidance of Progressive Collapse: Regulatory Approaches to the Problem, 1975.

[11] NYC, 1973 «Chapter 18, Resistance to Progressive Collapse Under Extreme Local Loads, Appendix A — Rules of the City of New York, Building Code of the New York City», Gould Publications, Binghamton, NY 13901, 2001.

[12] UFC 4-023-03 «Unified Facilities Criteria (UFC). Design of Buildings to Resist Progressive Collapse». Department of Defense USA, 2005.

[13] UFC 4-010-01 «Unified Facilities Criteria (UFC). DoD Minimum Antiterrorism Standard for Buildings». Department of Defense USA, 2002.

[14] UFC 4-010-02 «Unified Facilities Criteria (UFC). Design (FOUO): DOD Minimum Antiterrorism Standoff Distances for Buildings». Department of Defense USA, 2002.

[15] UFC 4-022-02 «Unified Facilities Criteria (UFC). Selection and Application of Vehicle Barriers». Department of Defense USA, 2005.

УДК 624

Ключевые слова: лавинообразное (прогрессирующее) обрушение, безопасность большепролетных сооружений, аварийная ситуация и воздействия.

Федеральное агентство по управлению государственным имуществом

Открытое акционерное общество
«Научно-исследовательский центр «Строительство»
(ОАО «НИЦ «Строительство»)

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ОТ ЛАВИНООБРАЗНОГО (ПРОГРЕССИРУЮЩЕГО) ОБРУШЕНИЯ ПРИ АВАРИЙНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

СТО 36554501-024-2010

Нач. изд. отд. *Л.Н. Кузьмина*
Технический редактор *Л.Я. Голова*
Корректор *В.В. Ковачевич*
Компьютерная верстка *Т.Н. Смородина*

Подписано в печать 21.10.2010 г. Формат $60\times84^{1}/_{8}$.
Усл. печ.л. 2,32. Тираж 100 экз. Заказ № 1162.

Открытое акционерное общество
«Центр проектной продукции в строительстве» (ОАО «ЦПП»)
127238, Москва, Дмитровское ш., 46, корп. 2.

Факс (495) 482-42-65.
Тел.: (495) 482-44-49 — приемная;
(495) 482-42-94 — отдел заказов;
(495) 482-42-97 — проектный кабинет;
(495) 482-41-12 — отдел формирования и ведения фонда документации.

gost.e-ecolog.ru