ПРАВИТЕЛЬСТВО МОСКВЫ

ДЕПАРТАМЕНТ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПОЛИТИКИ,
РАЗВИТИЯ И РЕКОНСТРУКЦИИ ГОРОДА МОСКВЫ

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Научно-исследовательский Центр «Строительство»
(ФГУП «НИЦ «Строительство»)

ВРЕМЕННЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

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

МДС 20-2.2008

Москва 2008

gost.e-ecolog.ru

ПРАВИТЕЛЬСТВО МОСКВЫ

ДЕПАРТАМЕНТ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПОЛИТИКИ,
РАЗВИТИЯ И РЕКОНСТРУКЦИИ ГОРОДА МОСКВЫ

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Научно-исследовательский Центр «Строительство»
(ФГУП «НИЦ «Строительство»)

ВРЕМЕННЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

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

МДС 20-2.2008

Москва 2008

УДК 624.15-19.001.24:006.354

Временные рекомендации по обеспечению безопасности большепролетных сооружений от лавинообразного (прогрессирующего) обрушения при аварийных воздействиях. МДС 20-2.2008/ ФГУП «НИЦ «Строительство». — М.: ОАО «ЦПП», 2008. — 16 с.

РАЗРАБОТАНЫ лабораторией металлических конструкций ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко — филиалом ФГУП «НИЦ «Строительство» (д-р техн. наук, проф. П.Г. Еремеев)

УТВЕРЖДЕНЫ приказом ФГУП «НИЦ «Строительство» от 5 мая 2008 г.№ 107

РЕКОМЕНДОВАНЫ к публикации и применению:

научно-техническим советом Комплекса архитектуры, строительства, развития и реконструкции города Москвы (протокол заседания НТС от 27 февраля 2008 г. №1/08);

Управлением научно-технической политики в строительной отрасли Департамента градостроительной политики, развития и реконструкции города Москвы (протокол совещания от 12 декабря 2007 г. № 12/12);

секцией «Металлические конструкции» научно-технического совета ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко (протокол заседания НТС от 4 июля 2006 г. № 45/06).

ВВОДЯТСЯ ВПЕРВЫЕ.

Редакционная коллегия: А.Н.Дмитриев, И.И.Ведяков.

© ФГУП «НИЦ «Строительство», 2008

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 4

1. Область применения 5

2. Основные положения 5

3. Основные термины и определения 5

4. Существующие методы по предотвращению лавинообразного обрушения 5

5. Требования к проектированию большепролетных сооружений, обеспечивающие их безопасность от лавинообразного (прогрессирующего) обрушения 6

Основные положения 6

Аварийные расчетные ситуации и воздействия 6

Мероприятия по обеспечению безопасности большепролетных сооружений от лавинообразного обрушения при аварийных воздействиях 7

Приложение А. Учет опасности лавинообразного обрушения конструкций, обусловленной ошибками проектирования, изготовления, монтажа или неправильной эксплуатацией сооружения 8

Приложение Б. Исключение или предупреждение опасности аварийных воздействий, которым может подвергаться конструкция или объект 9

Приложение В. Выбор оптимальных (рациональных) конструктивных решений и материалов 10

Приложение Г. Проектирование «ключевых» элементов, способных воспринимать аварийные воздействия в дополнение к стандартным проектным нагрузкам и воздействиям 11

Приложение Д. Основные требования по мониторингу состояния несущих конструкций сооружения 12

Приложение Е. Основные требования по организации надлежащей эксплуатации большепролетных сооружений 14

Список литературы 16

ВВЕДЕНИЕ

Настоящие рекомендации предназначены для обеспечения безопасности большепролетных сооружений от лавинообразного (прогрессирующего) обрушения конструкций исключением или снижением до минимума влияния аварийных воздействий, путем использования превентивных мер. Рекомендации предназначены для новых, реконструируемых и эксплуатируемых сооружений.

Работа выполнена на основании анализа действующих зарубежных и российских нормативных и технических документов в области массового строительства, а также обобщения опыта проектирования, возведения и эксплуатации большепролетных сооружений.

Большепролетные сооружения имеют повышенный уровень ответственности по назначению и их обрушение может привести к тяжелым социальным и экономическим последствиям. При их проектировании возникают проблемы, которые не отражены в действующих российских строительных нормах, в связи с чем возникла необходимость разработки настоящих рекомендаций до выхода соответствующих технических регламентов.

В последние годы в зарубежные строительные нормы введено понятие риска, предложены подходы для определения уровня риска/последствия, оценки проектных мер предотвращения лавинообразного 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[5]. Кроме того, сооружения не могут быть совершенно свободными от риска обрушения из-за неопределенностей требований к системе, разброса технических свойств строительных материалов, трудностей адекватного моделирования поведения системы даже с использованием современных программных комплексов. Рассматриваются варианты, когда защита зданий в аварийных ситуациях в первую очередь должна быть ориентирована не на недопущение разрушений, а на обеспечение безопасности людей и возможности их эвакуации, на реализацию необходимого для этого запаса времени и т.п.

В настоящее время отсутствует общепринятый научно обоснованный подход или практика проектирования зданий и сооружений, сохраняющих структурную целостность при различных вариантах расчетных нагрузок и аварийных воздействий. Отмечена трудность теоретического определения возможности лавинообразного обрушения здания ввиду отсутствия четких определений, начиная от вероятности возникновения и величины предполагаемой опасности. В большинстве случаев аварийные воздействия не могут быть определены количественно и неизвестна степень возможных начальных повреждений. Не разработаны аналитические методы определения начальных повреждений и прогнозирования вероятности последующего лавинообразного обрушения сооружения из-за предполагаемых аварийных воздействий. Невозможно использовать численные методы расчета МКЭ ввиду отсутствия подробных знаний поведения конструкций при лавинообразном обрушении, а также достаточного опыта построения структурных комплексных моделей и интерпретации результатов вычислений. Необходимы разработки по развитию усовершенствованной методики оценки уязвимости конструктивных систем и их совершенствования для смягчения лавинообразного обрушения при различных вариантах опасности. Инженеры нуждаются в простых методах проектирования и расчетов, способных предотвратить потенциальную опасность лавинообразного обрушения зданий.

Настоящие рекомендации предназначены для экспериментального применения. По прошествии двух лет на основании официальных отзывов Рекомендации будут дополнены и уточнены. Все предложения и замечания по рекомендациям следует направлять по адресу: **109428, Москва, 2-я Институтская ул., дом 6, ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко. (т/ф 174-73-25; 171-28-58; e-mail:** gost.e-ecolog.ru **или** gost.e-ecolog.ru **).**

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1. Рекомендации предназначены для проектирования, возведения и эксплуатации новых и реконструируемых зданий и сооружений (далее — сооружений) с применением большепролетных конструкций. Настоящие рекомендации содержат требования по обеспечению безопасности большепролетных сооружений от лавинообразного (прогрессирующего) обрушения конструкций при аварийных воздействиях, с использованием экономичных и эффективных мероприятий, без внесения дорогих и существенных изменений в общепринятую практику проектирования и строительства.

1.2. Рекомендации предназначены для проектных, экспертных и строительных организаций, а также заказчиков (в частности, при подготовке особых требований к уровню надежности и долговечности сооружения).

2. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1. В настоящее время требования по предотвращению лавинообразного (прогрессирующего) обрушения содержатся в документах, которые относятся только к жилым и офисным многоэтажным зданиям [1—3]. Анализ имеющихся материалов показал, что эта сложная проблема не может быть решена универсальными методами, ее постановка и решение должны быть отражены в рекомендациях по проектированию зданий и сооружений конкретных типов.

2.2. Настоящие Рекомендации содержат требования, направленные на обеспечение безопасности большепролетных сооружений от лавинообразного (прогрессирующего) обрушения конструкций при аварийных воздействиях, которые в основном должны осуществляться за счет применения превентивных мер. При разработке рекомендаций учтены причины возникновения аварийных воздействий.

3. ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Лавинообразное (прогрессирующее) обрушение. Большинство зарубежных стандартов строительного проектирования учитывают возможность возникновения и потенциальные последствия лавинообразного (прогрессирующего) обрушения от аварийных воздействий. Однако сегодня отсутствуют единые общепринятые термины по этой проблеме. Наиболее четкое определение дано в стандарте ASCE 7-02 [4] как «распространение начального локального повреждения в виде цепной реакции от элемента к элементу, которое, в конечном счете, приводит к обрушению всего сооружения или непропорционально большой его части». Стандартом также определено, что сооружения должны быть разработаны так, «чтобы конструктивная система в целом оставалась устойчивой и не поврежденной в степени, непропорциональной первоначальному местному воздействию». Причиной разрушения может быть любая из множества аварийных ситуаций, которые не рассматриваются в обычном проектировании. В то же время землетрясения, пожары, сильные ветры, включенные в строительные нормы, также не должны приводить к лавинообразному (прогрессирующему) обрушению.

В примечаниях к ASCE 7-02 указано, «что специально разработанные для всего сооружения защитные мероприятия по предотвращению общего обрушения при аварийных воздействиях, действующих непосредственно на часть сооружения, обычно не оптимальны. Однако конструкции должны быть разработаны так, чтобы ограничивать эффект местного разрушения и предотвращать или минимизировать лавинообразное (прогрессирующее) обрушение». Сооружения должны проектироваться, возводиться и эксплуатироваться так, чтобы ущерб, возникающий как следствие аварийных событий, не достигал размеров, несоизмеримо больших, чем последствия изначального локального повреждения.

Отметим, что часто употребляемый термин «прогрессирующее обрушение» прямолинейный, не очень удачный перевод с английского языка. Предлагается использовать термин «лавинообразное обрушение», который более точен и отражает существо вопроса.

Аварийная расчетная ситуация — явление, представляющее исключительные условия работы конструкции на аварийные воздействия, имеющие малую вероятность появления и небольшую продолжительность, но приводящие, в большинстве случаев, к тяжелым последствиям.

Большепролетные системы — конструкции пролетом свыше 36 м. Это пространственные конструкции — сплошные и стержневые оболочки, купола, висячие вантовые, тонколистовые (мембранные) и тентовые покрытия, стержневые пространственные конструкции (структуры), перекрестные системы, а также традиционные конструкции больших пролетов — фермы, рамы, арки и т.п. Большепролетные конструкции могут быть выполнены из разнообразных материалов: сталь, железобетон, дерево, специальные ткани, в отдельных элементах могут применяться тросы, углепластик и др.

4. СУЩЕСТВУЮЩИЕ МЕТОДЫ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ ЛАВИНООБРАЗНОГО ОБРУШЕНИЯ

4.1. Существующие методы по предотвращению лавинообразного обрушения можно объединить в две основные группы: прямой и косвенный.

Прямой метод [1—4] предусматривает прямое (явное) рассмотрение сопротивления лавинообразному обрушению при проектировании и включает два варианта.

Вариант 1. Необходимо выполнить требование, чтобы конструктивная система не теряла несущую способность в случае удаления части элементов при аварийных воздействиях. Конструк-

тивную систему проектируют так, чтобы перекрыть потерю одного или нескольких несущих элементов, обеспечивая альтернативные пути передачи нагрузок за счет перераспределения усилий, ограничивая и локализуя область повреждения. Для этого варианта принимают допустимую минимальную площадь или объем повреждения сооружения. Работа всей конструкции может быть проанализирована путем удаления в расчетной схеме одного или нескольких элементов, с одновременной проверкой возможности лавинообразного обрушения. *Однако практически весьма сложно* обосновать отвлеченное удаление того или иного элемента, выбрать наиболее значимый элемент среди большого числа возможных локальных повреждений и определить допустимые количественные критерии повреждений.

Вариант 2. Необходимо выполнить требование, чтобы сооружение (или его часть) было бы запроектировано так, чтобы противостоять заданным аварийным воздействиям или угрозам. В этом случае прочность, целостность и жесткость конструктивных «ключевых» элементов, способных в дополнение к существующим нагрузкам воспринимать аварийные воздействия, обеспечивается их усилением. Конструктивные мероприятия по усилению могут иметь различные формы в зависимости от материала несущих элементов, назначения сооружения и т.д. Этот вариант предполагает обязательное нормирование интенсивности аварийного воздействия.

Косвенный метод [18, 19] предусматривает непрямое рассмотрение сопротивления лавинообразному обрушению при проектировании и включает также два варианта.

Вариант 1. Устранение или уменьшение влияния аварийных воздействий и потенциальной опасности в целом за счет применения превентивных или организационных мероприятий.

Вариант 2. Избыточное повышение степени статической неопределимости системы. Вариант достигается, например, включением в рамную конструкцию дополнительных связей, пространственной работой конструкции за счет включения в *работу второстепенных элементов и т.п.*

5. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ СООРУЖЕНИЙ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ ИХ БЕЗОПАСНОСТЬ ОТ ЛАВИНООБРАЗНОГО (ПРОГРЕССИРУЮЩЕГО) ОБРУШЕНИЯ

Основные положения

5.1. Существующий опыт проектирования показывает, что в большинстве случаев невозможно обеспечить жизнеспособность большепролетных систем после отказа основных (ключевых) несущих конструктивных элементов (например, опорного контура висячих или выпуклых оболочек, несущих пилонов или главных канатов вантовых систем и т.п.). Требование, чтобы подобные конструкции не теряли несущую способность в случае удаления ключевых элементов, при аварийных воздействиях, невыполнимо. При буквальном соблюдении п. 1.10 ГОСТ 27751—88, касающегося этого вопроса, реальное проектирование таких объектов становится невозможным, ввиду нечеткости и неопределенности части требований этого раздела нормативного документа [6]. Это требование не определено никакими нормативными документами, что исключает возможность его выполнения при проектировании. Какие элементы следует исключать при расчетах, в каком количестве, в какой последовательности, *какие расчетные сочетания нагрузок принимать* для этого случая? Следует ли при этом учитывать причину отказа, вид отказа и возможные его последствия?

5.2. 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.

Аварийные расчетные ситуации и воздействия

5.3. При проектировании должны учитываться следующие аварийные ситуации:

1) аварии или значительные повреждения несущих конструкций, вызванные ошибками проектирования, изготовления или монтажа, ненадлежащим качеством материалов, нарушением правил эксплуатации сооружения и т.п.;

2) взрывы (взрывоопасные материалы и бытовой газ, промышленные взрывы, взрывные устройства, используемые террористами);

3) аварии оборудования;

4) столкновения с движущимися транспортными средствами;

5) пожары;

6) сейсмические воздействия;

7) карстовые воронки и провалы в основаниях сооружений.

5.4. Анализ статистических данных показывает, *что из перечисленных выше аварийных ситуаций* ошибки проектирования, изготовления или монтажа, ненадлежащее качество материалов, неправильная эксплуатация сооружений имеют наибольшую вероятность.

5.5. Аварийные ситуации и воздействия подразделяются на проектные (нормированные) и запроектные (ненормированные). Проектные аварийные ситуации и воздействия (поз. 5—7 вышеприведенного списка, а также промышленные взрывы) регламентируются в соответствующих разделах нормативных и технических документов [7 , 8 , 9, 10]. Запроектные аварийные ситуации и воздействия (поз. 1 — 4 вышеприведенного списка) требуют особого анализа и разработки рекомендаций на базе мероприятий, приведенных в пп. 5.6—5.9 в рамках «Технического задания на проектирование» и «Специальных технических условий на проектирование», утверждаемых заказчиком для каждого большепролетного сооруже-

ния. Там же оговариваются требуемый уровень надежности сооружения и обеспечивающий его перечень мероприятий по снижению опасности (предотвращению) аварийных воздействий.

Мероприятия по обеспечению безопасности большепролетных сооружений от лавинообразного обрушения при аварийных воздействиях

5.6. 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.

1. Назначение необходимых запасов несущей способности основных («ключевых») элементов конструкций, в первую очередь, обеспечивающих общую устойчивость сооружения; обязательная независимая экспертиза законченной документации на стадии «проект», а в ряде случаев (по требованию заказчика) независимая экспертиза законченной «рабочей документации» перед сдачей ее в производство (для минимизации влияния возможных ошибок проектирования, изготовления, монтажа или неправильной эксплуатации сооружения) (приложение А).

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

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

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

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

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.

5.7. На стадии проектирования большепролетных сооружений рекомендуется рассматривать несколько взаимосвязанных подходов по обеспечению безопасности конструкций от лавинообразного (прогрессирующего) обрушения при аварийных воздействиях, а именно:

системный принцип — оценка уязвимости примененных конструктивных схем при аварийных воздействиях и лавинообразном 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 здания после начала локального повреждения конструкции.

5.8. 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.

5.9. 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 обрушению при аварийных воздействиях.

5.10. Требования по обеспечению безопасности конкретного большепролетного сооружения от лавинообразного (прогрессирующего) обрушения конструкций при аварийных воздействиях, предусмотренные настоящими Рекомендациями, должны быть обязательно отражены в «Специальных технических условиях», согласованных с авторами проекта, организацией, проводящей экспертизу проектной документации, и утверждены заказчиком.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

УЧЕТ ОПАСНОСТИ ЛАВИНООБРАЗНОГО ОБРУШЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ, ОБУСЛОВЛЕННОЙ ОШИБКАМИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ИЗГОТОВЛЕНИЯ, МОНТАЖА ИЛИ НЕПРАВИЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ СООРУЖЕНИЯ

А.1. Выполняется анализ работы конструкции с целью выявления «ключевых» элементов (расположенных в местах вероятных аварийных воздействий), выход из строя которых влечет за собой лавинообразное обрушение всей конструкции.

А.2. Для указанных элементов и узлов вводятся дополнительные коэффициенты условий работы, 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».

А.3. В «Специальных технических условиях» принимается 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 50	1,0	0,95	0,9
		От 50 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 50	1,0	0,95	0,9
		От 50 до 100	0,95	0,9	0,85
		Свыше 100	0,9	0,85	0,8
3	Основные колонны по периметру сооружения	До 50	1,0	0,95	0,9
		От 50 до 100	0,95	0,9	0,85
		Свыше 100	0,9	0,85	0,8
4	Основные несущие элементы пролетной конструкции	До 50	1,0	0,95	0,9
		От 50 до 100	0,95	0,9	0,85
		Свыше 100	0,9	0,85	0,8

Примечания:

1. Дополнительный коэффициент условия работы $\gamma_{c,доп}$ уменьшает допускаемое расчетное сопротивление материала.

2. Приведенные в табл. А.1 дополнительные коэффициенты условия 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.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ИСКЛЮЧЕНИЕ ИЛИ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ОПАСНОСТИ АВАРИЙНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ, КОТОРЫМ МОЖЕТ ПОДВЕРГАТЬСЯ КОНСТРУКЦИЯ ИЛИ ОБЪЕКТ

Б.1. Рекомендуется применение превентивных мер безопасности [11, 12, 13], исключающих, предупреждающих или снижающих до минимума влияние аварийных воздействий, которым может подвергаться конструкция или объект.

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 через определенные интервалы устанавливаются прочные ограждения: массивные тумбы, надолбы, подпорные стенки, заграждения из тросов или система 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. Увеличиваются 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 здания. 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. Предусматривается и выполняется комплекс антитеррористических организационных мероприятий по защите сооружения по периметру. Предусматривается 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.

2.2. Разработка и детализация превентивных защитных мер безопасности выполняется специализированными организациями в особых разделах проекта конкретного большепролетного сооружения.

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

ПРИЛОЖЕНИЕ В

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, а также рациональным решением системы связей и элементов соединений.

В.2. Специальное 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 $\gamma_{c,доп} = 0,85$. 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 *Z*25 по ГОСТ 28870—99; контроль УЗК — не менее 2 класса сплошности по ГОСТ 22727—77.

Полный комплекс требований к качеству материалов должен быть отражен в «Технических условиях по изготовлению конструкций».

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 по 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 при проектировании и изготовлении элементов, узлов и деталей. Для железобетонных конструкций следует учитывать их постпредельное состояние; работу конструкций при сверхбольших деформациях и прогибах, а также со значительным раскрытием ширины 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 сооружений, воспринимающие воздействие промышленных взрывов, противостоящие отказам фундаментов при возникновении карстовых воронок или провалов в основаниях сооружений.

В.9. Рекомендуется применять взрывоустойчивые конструкции и материалы и 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

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 интенсивности аварийных воздействий и объема допускаемых повреждений. При этом следует иметь в виду, что невозможны никакие практические действия по усилению конструкций сооружения, которые позволили бы в полной мере исключить последствия взрыва.

Г.1. Прочность и устойчивость сооружения против лавинообразного обрушения проверяется расчетом конструкций на особое сочетание нагрузок и воздействий, включающих постоянные и временные длительные нагрузки по [14], а также одно из аварийных воздействий (см. пп. Г.1.1—Г.1.3), соответствующих определенной чрезвычайной ситуации. В этих расчетах не следует учитывать коэффициент надежности по ответственности сооружения.

Г.1.1. Сосредоточенные или распределенные нагрузки на основные («ключевые») элементы. Величина, направление и места приложения нагрузок и воздействий 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:

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, радиальные 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 (кольцевых распорок, прогонов, связей и т.п.), повреждении ограждающих конструкций, обеспечивающих устойчивость основных несущих конструкций на участке общей площадью до 40 м^2. В этом случае расчетная длина основных несущих конструкций удваивается.

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: последовательное исключение конструктивных элементов, изменение знака усилий, перераспределение нагрузок, 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 выполняют, мгновенно удаляя один из элементов из загруженной конструкции и 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 для ненормируемых (запроектных) аварийных воздействий (см. п. 5.5) 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 интенсивный рост прочности бетона в начальный период после возведения сооружения.

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

Г.5. 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. Перемещения конструкций и раскрытие в них трещин в рассматриваемых чрезвычайных ситуациях не ограничиваются.

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО МОНИТОРИНГУ СОСТОЯНИЯ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ СООРУЖЕНИЯ

Д.1. Для обеспечения безопасности большепролетных сооружений от лавинообразного 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 [15]:

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 эксплуатационных 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.

Разработаны различные системы автоматического мониторинга для непрерывной оценки напряженно-деформированного состояния конструкций.

Д.6. Специальный раздел проектной документации с мероприятиями по снижению опасности (предотвращения) аварийных воздействий, в том числе лавинообразного обрушения 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, осуществляемых, как правило, два раза в год — весной и осенью, 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 следующие, превышающие требование норм: чрезмерные 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

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ НАДЛЕЖАЩЕЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Е.1. При эксплуатации (содержании и надзоре) строительных конструкций большепролетных сооружений следует руководствоваться СНиП 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 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 входит:

участие на стадии строительства в промежуточной приемке и освидетельствовании скрытых работ, а также тех работ, от качества выполнения которых зависит устойчивость и прочность сооружения или их 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 комиссий 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 их 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 допускается:

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.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рекомендации по защите монолитных жилых зданий от прогрессирующего обрушения. — М.: НИАЦ, 2002.

2. Рекомендации по защите высотных зданий от прогрессирующего обрушения. — М.: НИАЦ, 2006.

3. UFC 4-023-03. Unified Faclities Criteria (UFC). Design of Buildings to Resist Progressive Collapse. Department of Defense USA, 2005.

4. ASCE 7-02. Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures, 2002 edition. American Society of Civil Engineers, Reston, VA, 2002.

5. Райзер В.Д. Теория надежности в строительном проектировании. — М.: АСВ, 1998.

6. ГОСТ 27751—88. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения по расчету.

7. СНиП 21-01-97* Пожарная безопасность зданий и сооружений.

8. СНиП II-7-85* Строительство в сейсмических районах

9. СП 50-101-2004. Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений.

10. Динамический расчет сооружений на специальные воздействия. Справочник проектировщика. — М.: Стройиздат, 1981.

11. UFC 4-010-01. Unified Faclities Criteria (UFC). DoD Minimum Antiterrorism Standard for Buildings. Department of Defense USA, 2002.

12. UFC 4-010-02. Unified Faclities Criteria (UFC). Design (FOUO): DOD Minimum Antiterrorism Standoff Distances for Buildings. Department of Defense USA, 2002.

13. UFC 4-022-02. Unified Faclities Criteria (UFC). Selection and Application of Vehicle Barriers. Department of Defense USA, 2005.

14. СНиП 2.01.07-85*. Нагрузки и воздействия.

15. Гордиенко В.Е. Мониторинг: пути повышения надежности и прогнозирования остаточного ресурса металлических конструкций зданий и сооружений//Промышленное и гражданское строительство. — 2005. — № 12.

16. 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

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

18. National Bureau of Standards Washington, DC 20234 Report Number — GCR p.p.75—78 The Avoidance of Progressive Collapse: Regulatory Approaches to the Problem, 1975.

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

20. СНиП 52-01-2003. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения

21. СНиП 2.02.01-83.* Основания зданий и сооружений.

22. СНиП 2.02.03-85 Свайные фундаменты.

23. МГСН 2.07-01 Основания, фундаменты и подземные сооружения.

24. СНиП 2.03.11-85 Защита строительных конструкций от коррозии.

25. Проект СНиП. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения и требования.

26. PrEN 1990:2001. Eurocode 0: Basis of structural design. — Brussels: CEN, 2008.

ФГУП «НИЦ «Строительство»

ВРЕМЕННЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ОТ ЛАВИНООБРАЗНОГО (ПРОГРЕССИРУЮЩЕГО) ОБРУШЕНИЯ ПРИ АВАРИЙНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

МДС 20-2.2008

Ответственная за выпуск — *Л.Ф. Калинина*

Подписано в печать 06.05.2008 г. Формат $60\times84^{1}/_{8}$.
Печать офсетная. Усл.-печ. л. 1,48.
Тираж 250 экз. Заказ № 816.

Отпечатано в ОАО «ЦПП»

gost.e-ecolog.ru