

## ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

*Матвеюшкин Сергей Александрович*

*Директор управления промышленной безопасности ООО «ВЕЛД», г. Магнитогорск,  
кандидат технических наук*

*Алексеева Екатерина Леонидовна*

*Заместитель директора управления промышленной безопасности ООО «ВЕЛД»*

В настоящее время к объектам капитального строительства предъявляется ряд требований, среди которых, помимо функциональных требований, основное место занимает безопасность.

В общем случае безопасность [2] – это «состояние защищенности жизненно важных интересов личности, общества и государства от внутренних и внешних угроз» (Ст. 1 Закона Российской Федерации от 5 марта 1992 г. № 2446-1 "О безопасности"). В самом сжатом виде понятие «безопасность» можно определить как – состояние защищенности определенной системы от нанесения вреда. И наоборот – состояние системы, допускающее нанесения вреда, определяется понятием опасность.

Согласно [1], строительные конструкции должны быть запроектированы таким образом, чтобы они обладали достаточной надежностью при возведении и эксплуатации с учетом, при необходимости, особых воздействий (например, в результате землетрясения, наводнения, пожара, взрыва). Основным свойством, определяющим надежность строительных конструкций, зданий и сооружений в целом, является безотказность их работы – способность сохранять заданные эксплуатационные качества в течение определенного срока службы.

В настоящее время безопасность конструкции зданий и сооружений на стадии проектирования оценивается по предельным состояниям, которые характеризуются невозможностью или затруднениями в эксплуатации конструкций. Разрушение конструкций является следствием возникновения предельного состояния, которое привело к аварии.

В общем случае авария (итал. *avaria*, от арабского *авар* – повреждение, ущерб) [6]:

- неожиданный выход из строя машины, транспортного средства, летательного аппарата и т. д., их повреждение;
- (перен.) несчастный случай, крупная неудача.

Согласно [2] авария – неожиданный выход из строя или повреждение действующего механизма, машины, транспортного средства, средств коммуникации и т. п., представляющий угрозу жизни и здоровью людей, наносящий ущерб имуществу граждан и организаций, природной среде.

Аварийным разрушением строительных конструкций зданий и сооружений будем считать неконтролируемое разрушение всего здания или его части, связанное с падением конструкций независимо от ущерба после разрушения.

Особенность аварийного разрушения строительных конструкций заключается в том, что разрушение происходит мгновенно. При этом сценарий событий, которые привели к разрушению, может быть разный, о чем свидетельствуют примеры некоторых аварий.

**2006 год.** Разрушение блока здания листопрокатного цеха №5 ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат», площадь обрушения 5000 м<sup>2</sup>, человеческие жертвы. Перед разрушением в здании возник пожар, в результате высокотемпературного воздействия на одну из стропильных ферм здания произошло ее обрушение, вслед за этим последовало обрушение смежных ферм в пределах температурного блока по принципу домино. Следует отметить, что покрытие здания было выполнено с применением тяжелых железобетонных плит покрытия.

**2006 год.** Разрушение части блока покрытия здания вращающихся печей ОАО «Магнитогорский цементный завод», площадь обрушения 1760 м<sup>2</sup>, без жертв. Причиной аварийного разрушения послужило увеличение нагрузок на кровлю здания в результате скопления цементной пыли. Слой слежавшейся пыли достигал 1,0 м, что свидетельствует о длительном по времени накоплении пыли.

**2006 год.** Разрушение 80% конструкций здания вращающихся печей ОАО «Коркинский цементный завод», человеческие жертвы. Перед разрушением произошла разгерметизация газопровода природного газа высокого давления, в результате чего произошло скоротечное заполнение внутреннего пространства здания газом с последующим взрывом.

**2002 год.** Разрушение вытяжной башни №175 высотой 100 м сероулавливающей установки аглоцеха горно-обогажительного производства ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат», без жертв. Причиной аварийного разрушения послужил ряд обстоятельств:

- коррозия несущих металлических конструкций вытяжной башни;
- разрушение элементов решетки в локальной зоне от удара, вызванного падением горизонтальной части газоотводящего ствола;
- дополнительные непроектные гололедные нагрузки на несущие конструкции.

**2001 год.** Разрушение части покрытия здания склада ОАО «Златоустовский металлургический завод», без жертв. Причиной разрушения послужило увеличение нагрузок на покрытие здания за счет применения более тяжелой конструкции покрытия (конструкция плиты, утеплитель, стяжки) по сравнению с проектом.

**2001 год.** Разрушение диска покрытия здания термокалибровочного цеха ОАО «Златоустовский металлургический завод», человеческие

жертвы. Основной причиной разрушения явилось низкое качество стали несущих металлических конструкций (здание построено в период Великой Отечественной войны).

Таким образом, если рассмотреть процесс аварийного разрушения в обратной временной последовательности, получим несколько стадий (рис.1):

- 1) Непосредственное разрушение строительных конструкций, как правило, происходит за считанные секунды. В общем случае процесс аварийного разрушения представляет собой падение конструкций, который по времени зависит от массы и высоты расположения конструкций, их взаимосвязи со смежными конструктивными элементами здания.
- 2) Период снижения эксплуатационных свойств конструкций здания до значений, приводящих к аварийному разрушению конструкций. Данный период может длиться как минутами, так и годами. Например:
  - при пожаре этот период будет зависеть от интенсивности температурных воздействия на конструкции;
  - момент возникновения усталостного разрушения подкрановых конструкций будет определяться интенсивностью использования грузоподъемного оборудования;
  - превышение фактической снеговой нагрузки над расчетными значениями возможно только в зимний период времени;
  - скопление производственной пыли на кровле здания может длиться годами.
- 3) Период нормальной эксплуатации при заданных на стадии создания объекта параметрах.

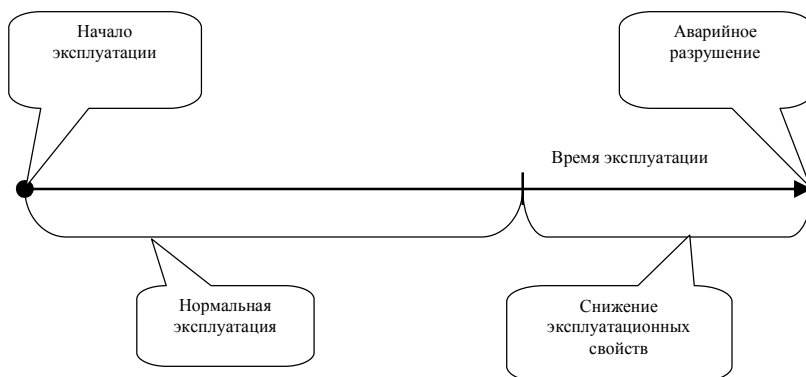


Рис. 1. Стадии эксплуатации конструкций до аварийного разрушения

## Предотвращение аварий зданий и сооружений

Первоочередным мероприятием по предотвращению аварийного разрушения конструкций является оценка технического состояния конструкций. В настоящее время на практике применяются различные термины по оценке технического состояния конструкций зданий и сооружений, некоторые из которых представлены в нормативно-технической документации [1, 3-6]. В табл.1 представлены термины и определения с классификацией различных признаков, определяющих состояние конструкций.

Таблица 1

Категория состояния	Нормативный документ	Соответствие		Возможность эксплуатации	Наличие дефектов и повреждений
		НТД	Проекту		
Исправное	ГОСТ 27.002-89	Всем требованиям		-	-
Работоспособное				-	-
Неисправное		Не соответствует хотя бы одному параметру		-	-
Неработоспособное				-	-
Предельное		-	-	Недопустима или нецелесообразна	-
Работоспособное	РД.22-01.97	Может не соответствовать некоторым требованиям		Возможна	-
Ограниченно работоспособное		-	-	Возможна, при соблюдении специальных мер	Имеются дефекты и повреждения
Неработоспособное (аварийное)		-	-	Невозможна, при неприятии мер, возможно, обрушение	Имеются дефекты и повреждения
Нормативный уровень	СП 13-102-2003	Всем требованиям	-	-	-
Исправное		-	-	-	Отсутствие дефектов и повреждений
Работоспособное		Некоторые параметры не отвечают требованиям		Возможна, при обеспечении несущей способности	Имеются дефекты и повреждения
Ограниченно работоспособное		-	Возможна, при контроле состояния	Имеются дефекты и повреждения	
Недопустимое		-	-	Существует опасность обрушения	-
Аварийное		-	-	Невозможна, необходимо проведение срочных противоаварийных мероприятий	Имеются повреждения и деформации
Предельное		ГОСТ 27751-88	-	-	Эксплуатация невозможна

## Предотвращение аварий зданий и сооружений

Анализ представленных в табл.1 данных показывает, что основными показателями, характеризующими критерии технического состояния, являются:

- соответствие требованиям нормативно-технической документации и проекту «соответствует/соответствует частично/не соответствует»;
- возможность дальнейшей эксплуатации «возможна/возможна с ограничениями/не возможна»;
- наличие дефектов и повреждений «нет/есть, эксплуатация конструкций возможна/есть, эксплуатация конструкций не возможна».

Основным показателем при оценке состояния конструкций является возможность дальнейшей эксплуатации, а все остальные условия, так или иначе, определяют эту возможность. Таким образом, на момент оценки состояния конструкций получаем ответ на вопрос: «Возможна или нет эксплуатация конструкций?», или «Возможно или нет аварийное разрушение конструкций?», или «Наступило предельное состояние или нет?».

Сводные показатели технического состояния, установленные нормативно-технической документацией, представлены в табл.2.

Таблица 2

Соответствие требованиям НТД и проекту	Соответствует	Соответствует частично	Не соответствует
Наличие дефектов и повреждений	Нет	Есть, эксплуатация конструкций возможна	Есть, эксплуатация конструкций не возможна
Возможность дальнейшей эксплуатации	Возможна	Возможна с ограничениями	Не возможна
Возможность аварийного разрушения	Не возможно		Возможно
Категория состояния	Не предельное (не аварийное)		Предельное (аварийное)

Следующим мероприятием по предотвращению аварийного разрушения конструкций является прогнозирование технического состояния конструкций.

В настоящее время под прогнозом можно принимать:

- назначение сроков первичного или очередного обследования (экспертизы) конструкций;
- определение остаточного ресурса или срока эксплуатации до аварийного состояния.

Прогнозирование по любому из указанных параметров подразумевает, что в указанный период времени возможность аварийного разрушения конструкций находится на приемлемом уровне. Рассмотрим сложившуюся практику на примере рекомендаций [5] и [7].

Согласно [5], для стальных конструкций срок проведения первичного обследования в зависимости от конструктивных особенностей и условий эксплуатации составляет от 5 до 30 лет, последующие – через 5 лет. Такое прогнозирование безаварийного состояния основано на накопленном опыте по эксплуатации зданий и сооружений и их аварийному разрушению в советский период, при котором были четко определены условия и порядок эксплуатации зданий и сооружений. Анализ данных [8, 9] по динамике изменения причин аварийного разрушения показывает, что в последнее время доля аварий связанных с нарушением правил эксплуатации зданий и сооружений постоянно возрастает (рис.2). Это свидетельствует о том, что требуется разработка новых методов прогнозирования состояния строительных конструкций, которые должны учитывать фактические условия эксплуатации.

К недостаткам рекомендаций [7] также следует отнести то, что определяемые сроки до капитального ремонта или срока эксплуатации до аварийного основываются только на внешних признаках состояния конструкций, не учитывают фактические условия эксплуатации, а также как могут измениться полученные сроки при изменении условий эксплуатации.

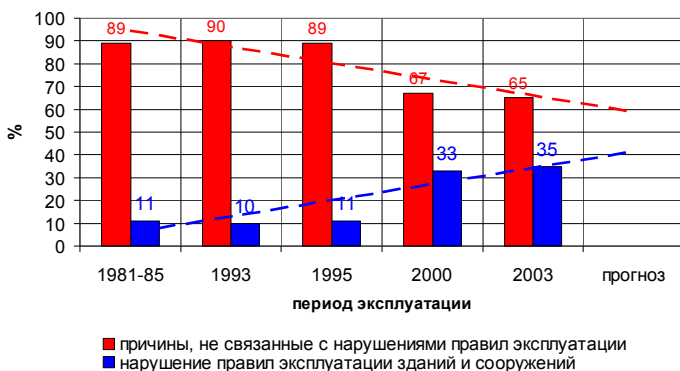


Рис.2. Анализ данных по динамике изменения причин аварий

### Заключение

- 1) Обеспечение безопасности эксплуатируемых зданий и сооружений является комплексной задачей, включающей оценку и прогноз.
- 2) Для строительных конструкций предлагается осуществлять «прогнозирование безаварийной работы», так как любое состояние, кроме предельного, допускает эксплуатацию конструкций.
- 3) Прогнозирование безаварийной работы должно основываться на критериях переменных во времени, в зависимости от долгосрочности прогноза.

- 4) Прогнозирование технического состояния строительных конструкций должно осуществляться с целью решения следующих задач:
  - предсказание состояния конструкций с учетом истории их эксплуатации, при сохранении данных условий эксплуатации (поисковое прогнозирование);
  - предсказание условий эксплуатации для получения требуемого состояния конструкций (нормативное прогнозирование).

### **Библиографический список**

1. ГОСТ 27751-88. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения по расчету / Электронный справочник нормативных документов «Строй Инфо – ЭКСПЕРТ (Москва)».
2. Безопасность: теория, парадигма, концепция, культура: Словарь-справочник / Автор-сост. В.Ф. Пилипенко. Изд. 2-е, доп. и перераб. – М.: ПЕР СЭ-Пресс, 2005.
3. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения / Электронный справочник нормативных документов «Строй Инфо – ЭКСПЕРТ (Москва)».
4. СП 13-102-2003. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений / Электронный справочник нормативных документов «Строй Инфо – ЭКСПЕРТ (Москва)».
5. РД.22-01.97. Требования к проведению оценки безопасности эксплуатации производственных зданий и сооружений поднадзорных промышленных производств и объектов (обследования строительных конструкций специализированными организациями) / Электронный справочник нормативных документов «Строй Инфо – ЭКСПЕРТ (Москва)».
6. Большая советская энциклопедия / Интернет издание.
7. Рекомендации по оценке надёжности строительных конструкций зданий и сооружений по внешним признакам / Электронный справочник нормативных документов «Строй Инфо – ЭКСПЕРТ (Москва)».
8. Письмо Госстроя России от 05.04.1999 г. №БЕ-1080/19 «О мерах по предотвращению аварий на строящихся и эксплуатируемых зданиях и сооружениях».
9. Отчет «Аварии зданий и сооружений на территории Российской Федерации в 2003 году» [Текст] / Общероссийский общественный фонд «За качество строительства»// Москва, 2004.