

## РИСК АВАРИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

**Пермяков Михаил Борисович**

*Декан архитектурно-строительного факультета  
ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический  
университет им. Г.И. Носова»,  
технический директор ООО «ВЕЛД», г.Магнитогорск,  
кандидат технических наук, доцент*

**Марков Константин Вячеславович**

*Начальник отдела обследования гражданских зданий и управления  
технической экспертизы ООО «ВЕЛД», г.Магнитогорск*

**Хлесткин Антон Юрьевич**

*Начальник отдела экспертизы зданий и высотных  
сооружений ООО «ВЕЛД», г.Магнитогорск*

**Асланов Султан Асланович**

*Директор ЗАО «Магнитогорский центр технической экспертизы»*

В настоящее время повсеместно происходит большое количество аварийных обрушений зданий и сооружений различных типов и видов. Это происходит как на промышленных предприятиях, так и в гражданском секторе. Они несут за собой не только большие материальные потери, но и экологические и, как правило, человеческие жертвы.

Руководства предприятий, административных управлений и просто собственники недвижимого имущества понимают, что аварию, тем более аварийное обрушение, проще предотвратить, нежели ликвидировать его последствия. Таким образом, в строительном секторе экономики складывается тенденция к совершенствованию превентивных мероприятий в области безопасной эксплуатации зданий и сооружений. Возникла необходимость в оценке фактического состояния несущих конструкций с учетом накопленных повреждений, изменившихся нагрузок и условий эксплуатации, а также оценки риска возникновения вероятной аварии здания или сооружения в процессе его дальнейшей эксплуатации [1].

Разработанная методика оценки риска аварийного обрушения позволяет снизить тяжесть социальных и экономических последствий возможных аварий зданий и сооружений, спровоцированных внезапными и непредвиденными факторами риска, минимизировать затраты путем определения наиболее аварийных участков здания и предупреждения аварийного обрушения.

Статистические данные так же подтверждают актуальность разработанной методики (рис.1). Стоит отметить, что авария может произойти на всех стадиях жизненного цикла здания или сооружения.

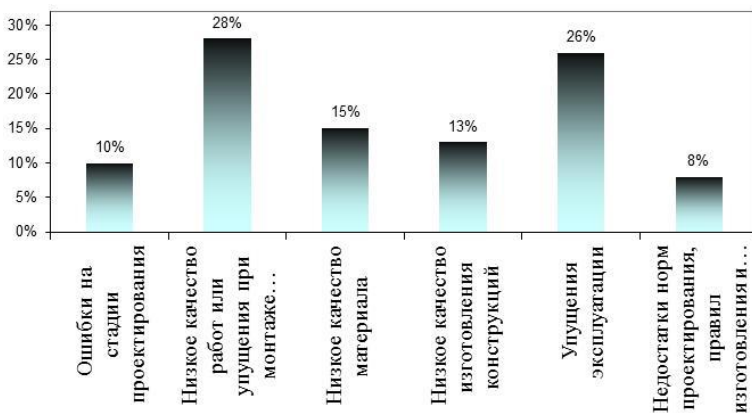


Рис. 1. Распределение причин аварий зданий и сооружений

Наибольшее число аварий на промышленных объектах произошло по организационным причинам (56%) еще на стадии возведения зданий, наиболее значимыми организационными причинами являются неправильная организация работ и неэффективный контроль за соблюдением правил промышленной безопасности при монтаже конструкций. Технические причины составляют 44%, наиболее опасными из которых являются отклонение от требований проектной документации, конструктивное несовершенство зданий и неудовлетворительное техническое состояние зданий.

На основе собранных статистических данных, с использованием известных принципов математического моделирования, теории вероятности, основ строительной механики и теории надежности была разработана методика оценки риска аварийного обрушения зданий и сооружений.

Суть методики заключается в сравнении расчетных значений фактического и предельно допустимого уровня рисков.

Методика включает в себя количественную оценку риска аварийного обрушения зданий и сооружений путем:

- 1) выявления потенциального риска аварии зданий с накопленными дефектами и повреждениями (рис. 2);
  - 2) расчета фактического риска аварийного обрушения эксплуатируемых зданий и сооружений;
  - 3) расчета предельно допустимого уровня риска аварийного обрушения зданий и сооружений,
- а также составлений карт дефектности зданий и сооружений.

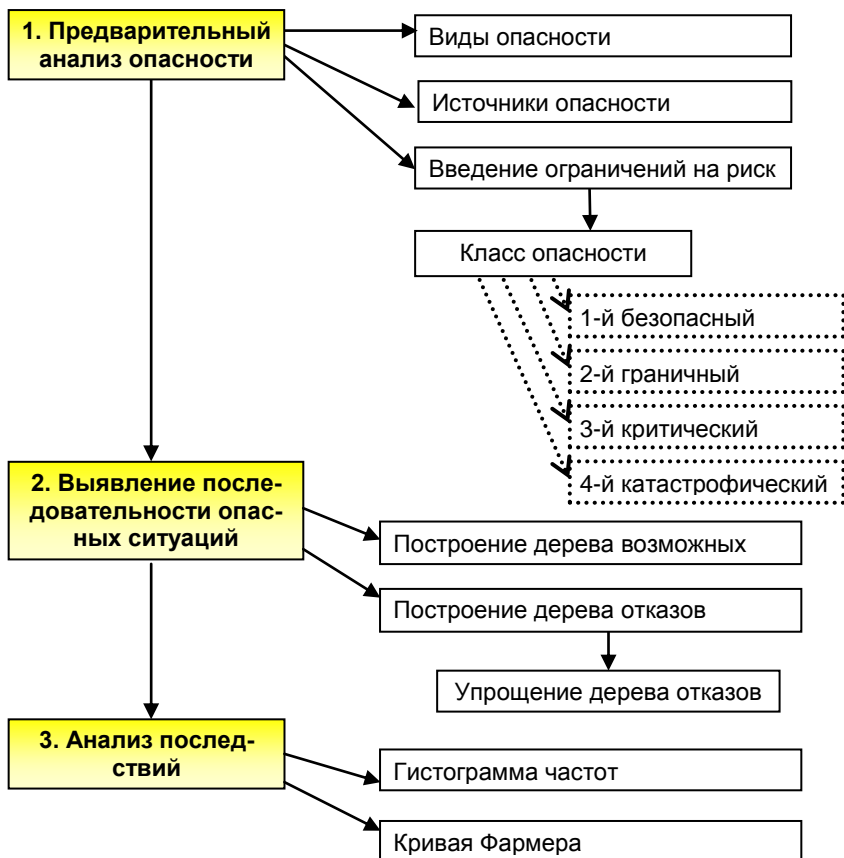


Рис. 2. Методика выявления потенциального риска аварийного обрушения зданий и сооружений

В процессе оценки риска необходимо, еще на стадии проведения экспертизы промышленной безопасности выявить наличие потенциального риска аварии.

Выявление риска аварии рекомендуется проводить в три стадии:

*1. Предварительный анализ опасности.*

В начале анализа следует «разделить» здание, и выявить наиболее опасные участки производства, которые являются вероятными источниками аварии всего здания. На данной стадии рекомендуется:

- выявить виды опасности (например, возможны ли взрывы, пожары, падения, удары и т.д.);
  - определить источники опасности, которые могут вызвать аварию здания (емкости и хранилища, энергетические установки, тяжелое металлургическое оборудование, конвертера, разливочные краны и др.)
  - ввести ограничения на анализ риска (например, нужно решить, будет ли он включать детальное изучение риска аварии здания в результате незначительных ошибок людей, поражения второстепенного оборудования и т.д.). При введении ограничений в процессе выявления и анализа риска рекомендуется определить класс критичности:
    - класс 1 – безопасный, не приводит к существенным нарушениям и не вызывает повреждений здания и несчастных случаев с людьми;
    - класс 2 – граничный, приводит к нарушениям в работе, может быть компенсировано или взято под контроль без повреждений здания или несчастных случаев с персоналом;
    - класс 3 – критический, приводит к существенным нарушениям в работе, повреждению здания и создает опасную ситуацию, требующую немедленных мер по спасению персонала и предотвращению аварии здания;
    - класс 4 – катастрофический, приводит к последующему обрушению здания и (или) массовому травмированию персонала.
2. *Выявление последовательности опасных ситуаций.* Исследование производят с помощью двух основных аналитических методов:
- построения дерева событий;
  - построения дерева отказов.

На практике дерево отказов анализируют с помощью обычной инженерной логики и упрощают, отбрасывая «ненужные» события.

### 3. *Анализ последствий*

При анализе последствий используются данные, полученные на первой и на второй стадии.

По данным дерева отказов и полученным значениям вероятности возможных отказов строят гистограмму частот для различных величин отказов. По данным гистограммы получают предельную кривую частоты аварийных отказов (кривая Фармера). Кривая отделяет верхнюю область недопустимо большого риска от области приемлемого риска, расположенной ниже и левее кривой.

Основой для расчета служат данные о техническом состоянии зданий и сооружений, в частности данные, полученные в результате проведенных обследований или экспертиз промышленной безопасности. Дан-

ные группируются и разносятся по разработанным формам экспертных документов.

Предельно допустимый риск аварии предложено определять исходя из вероятностей аварий в различных группах однотипных несущих элементов каркаса и весомости этих групп в каркасе здания. Так же предельно-допустимый уровень риска предложено определять в зависимости от категории ответственности здания и факторов окружающей среды.

Фактический риск аварийного обрушения каркаса зависит от конструкционного риска и особенностей технологического процесса.

Уровень активных факторов внутренней среды и технических устройств предложено определять исходя из значений таких показателей, как: наличие высокой температуры (более 115°C), наличие расплавленного металла, наличие (использование) кислорода (23-100%), наличие (использование) горючего газа, наличие высоких механических скоростей (свыше 1 м/с) и другие.

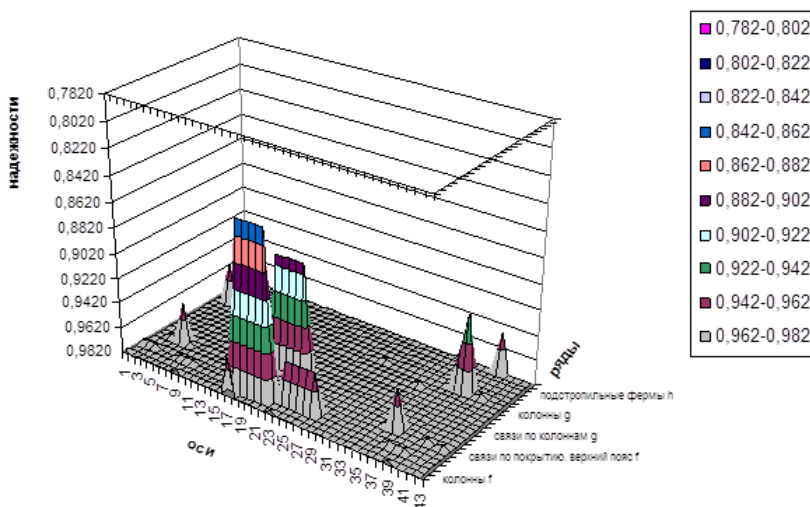


Рис. 3. Пример построения карт дефектности

Так же уровень активных факторов внутренней среды и технических устройств зависит от сроков работы и технического состояния оборудования применяемого в здании.

Конструкционный риск аварийного обрушения предложено определять исходя из уровней надежности отдельных несущих конструктив-

ных элементов (зависящих от сроков эксплуатации здания, уровня и ранга дефектности, назначенных экспертом), объединенных в группы смежных дефектных элементов по территориальному признаку, и вероятностей аварий в данных группах. Кроме того, фактический риск зависит от величин групп смежных несущих дефектных элементов каркаса и их количества, а также от уровня влияния факторов внутренней среды и технических устройств.

В результате расчетов получаем количественную величину риска аварийного обрушения. Но в случае, даже если фактический риск не превышает предельно допустимый, в здании присутствуют так называемые аварийные участки, которые наиболее ярко отражены на картах дефектности здания или сооружения (рис. 3). Наиболее опасная группа отражена наибольшим отклонением от нормального состояния.

### Библиографический список

1. Электронный ресурс: <http://www.korytov.su/library/articles/115/1289/>
2. Пермяков М.Б. Методика расчета остаточного ресурса зданий на опасных производственных объектах // Актуальные проблемы архитектуры, строительства и дизайна: материалы международной науч.-практ. конф. / под общ. ред. М.Б. Пермякова, Э.П. Чернышовой. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. 169-175 с.