

# АВАРИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ, ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ.

*Выполнил студент 5  
курса  
группы РП-24  
Стаскевич М.Н.*

# Содержание

1. Введение
2. Классификация аварий
  - 2.1. Цена ошибки проектирования
  - 2.2. Дефекты возникающие в процессе производства работ и эксплуатации
    - 2.2.1.

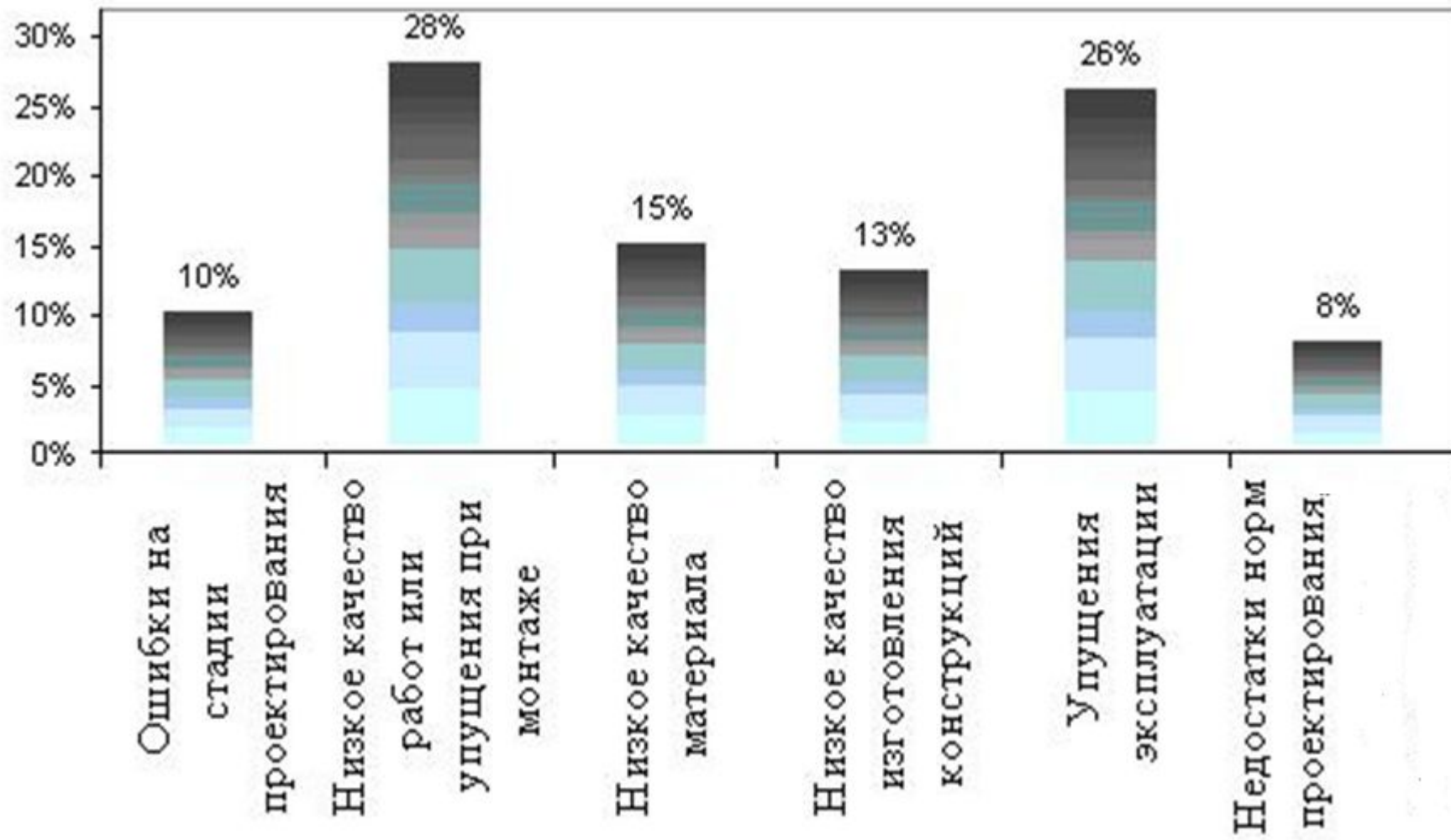
# Ведение

- ▣ Строительная отрасль, как и любая другая отрасль промышленности, характеризуется наличием аварийных ситуаций. Статистика показывает, что 80% строительных аварий с обрушением несущих конструкций объектов происходит в результате человеческих ошибок, допущенных при проектировании, возведении и эксплуатации зданий и сооружений. Эти ошибки формируют внутренний риск аварии, от величины которого зависит не только срок службы объекта, но и размер ущерба в случае его аварии.

# КЛАССИФИКАЦИЯ АВАРИЙ

- вызванные дефектами, связанными с ошибками проектирования;
- вызванные дефектами, возникшими в процессе производства работ;
- вызванные дефектами, связанными с эксплуатацией;
- вызванные недостаточно изученными условиями работы и свойствами применяемых материалов.





# *Цена ошибки проектирования*





- Все начиналось оптимистично и красиво – в прошлом году в Чираджаре началось сооружение нового 446-метрового моста **через каньон** глубиной 286 метров. Автомобильный «переход» через горные ущелья должен был стать частью шоссе, соединяющего столицу страны Боготу и город Вильявиченсио.
- В середине января 2018 года в процессе строительства подвесного моста часть конструкции обрушилась, что привело к гибели девяти строительных рабочих, а пятеро получили тяжелые травмы. Экспертная комиссия, в процессе расследования трагического инцидента, выявила ошибки в проектировании конструкции и рекомендовала демонтировать недостроенное сооружение.
- Специалисты по сносу промышленных объектов использовали **около 200 кг взрывчатки** (в других источниках указано 100 кг), 30 детонаторов и 3 тыс. метров специального шнура – мероприятие прошло точно по плану, недостроенный мост, вместе со строительным краном, рухнул в пропасть. Власти Колумбии планируют, после разработки нового проекта, возобновить строительство мостового перехода через этот каньон.





# Дефекты возникающие в процессе производства работ и эксплуатации



# Дефекты стен

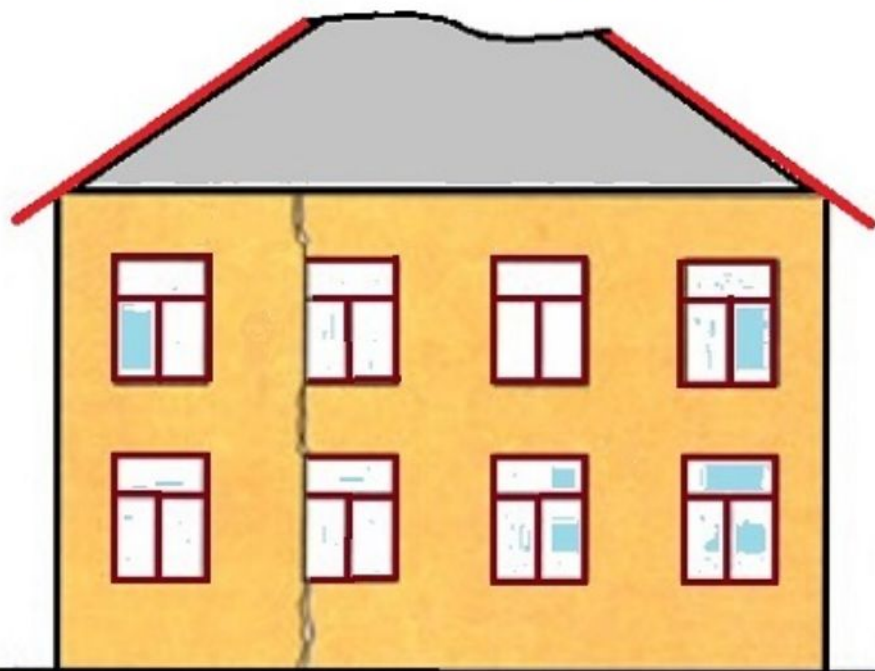
- Отслоение штукатурного слоя
- Выпучивание кирпичной кладки
- Капиллярный подъем влаги
- Намокание кирпичной кладки в основании здания
- Сквозная диагональная трещина
- Вертикальные трещины
- Диагональные трещины
- Необработанное отверстие в кирпичной кладке
- Вертикальные трещины в жб монолитной стене
- Разрушение кирпичной кладки в основании
- Трещина по штукатурному слою
- Трещина в месте примыкания плиты перекрытия
- Трещина в оконной перемычке
- Зазор между стеной и отмошкой
- Разрушение защитного слоя бетона перемычек
- Выветривание раствора из швов кладки
- Разрушение отдельных кирпичей в кладке
- Протечки грунтовых вод по кирпичной кладке
- Наклонные трещины на поверхности фасада
- Нарушение пространственной жесткости
- Трещины в бетоне стеновых панелей



Разрушение отдельных кирпичей в кладке с выветриванием раствора



*Осаждение части здания.*



Не прочное  
основание

*Отклонение стены от вертикали.*



Прочное основание.

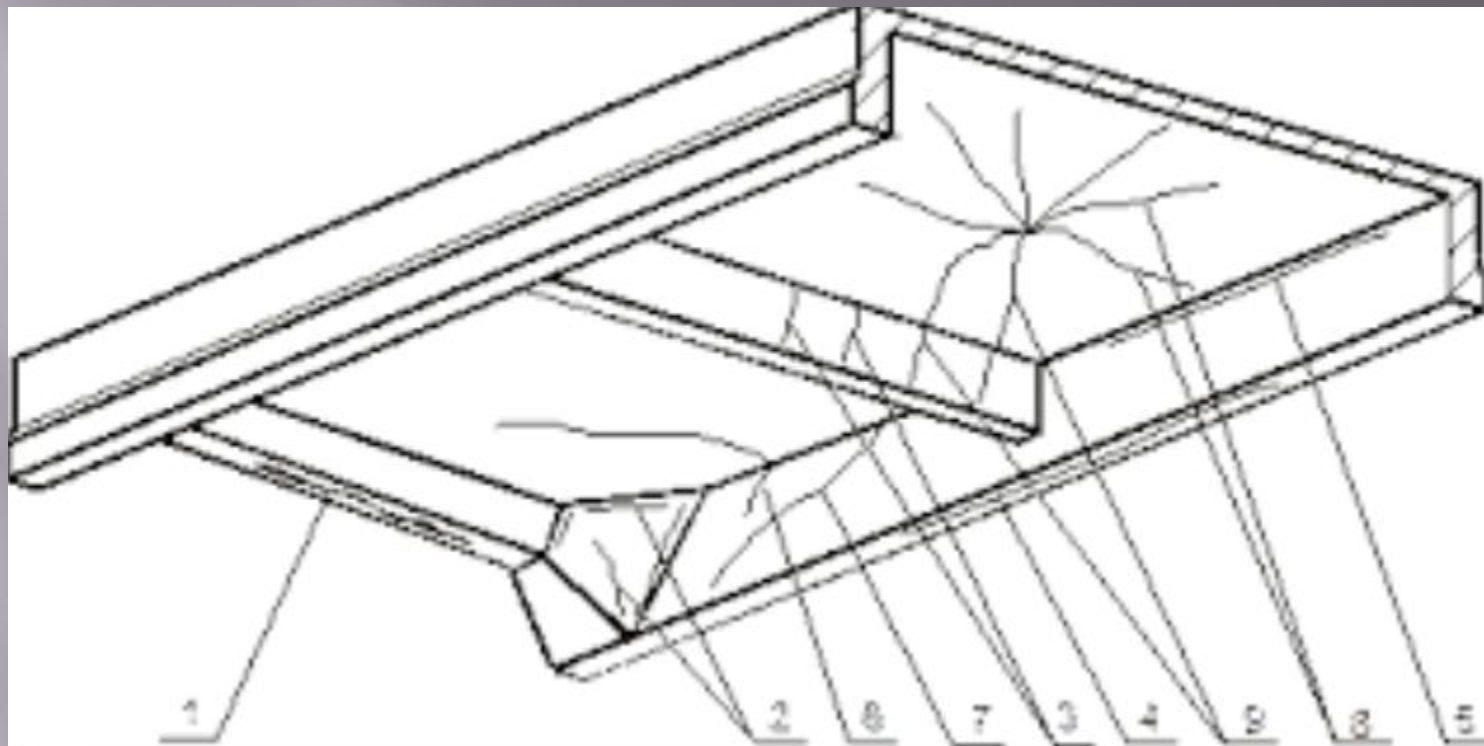




Вертикальные, наклонные и горизонтальные трещины осадочного характера

# Дефекты перекрытия

- Коррозия металлических балок под балкон
- Деформация металлических балок
- Трещины в перекрытии
- Скол ребра плиты перекрытия
- Армирование плиты не соответствует проекту
- Разрушение арочной дуги сводчатого перекрытия
- Разрыв металлической стяжки перекрытия
- Трещина по сводчатому перекрытию
- Обрушение штукатурки
- Разрушение защитного слоя перекрытия
- Отсутствие защитного слоя балок перекрытия
- Обрушение конструкции перекрытия
- Трещины по деформационному шву
- Трещины по потолку
- Разрушение ребра плиты перекрытия
- Недостаточная длина сварных швов



1 – продольные по поперечным ребрам; 2 – различного характера по «вуту»; 3 – нормальные по поперечным ребрам; 4 – продольные в продольном ребре; 5 – горизонтальные на участке перехода полки в продольное ребро; 6 – наклонные по полке, переходящие в продольное ребро; 7 – наклонные по продольному ребру; 8 – наклонные по полке; 9 – наклонные по полке, переходящие в поперечное ребро



Разрушение железобетонной монолитной балки перекрытия вследствие низкого качества бетона.



Продольная трещина вдоль рабочей арматуры сборной многопустотной железобетонной плиты перекрытия. Образование трещины является следствием ее перегруженности в период выполнения строительномонтажных работ.





Некачественное выполнение узла опирания металлической балки перекрытия.



В монолитной железобетонной плите отсутствует защитный слой бетона нижнего пояса рабочей арматуры. Данный дефект является результатом нарушения технологии производства опалубочных и монолитных работ





Разрушение железобетонного монолитного перекрытия в следствии недостаточной несущей способности.



# Дефекты кровли

- Отсутствие организованного водостока
- Протечки по плитам покрытия
- Образование воздушных пузырей
- Примыкание к кирпичному парапету нарушено
- Разрушение опорного бруса
- Замачивание стропильных ног и обрешетки
- Разрушение участка карниза
- Отсутствие защитных колпаков



отсутствие водоизоляционного  
ковра





отсутствие некоторых частей  
карнизного свеса





Дефект примыкания к вертикальным поверхностям - механическое повреждение поверхности кровли





Отсутствие элементов из оцинкованной стали





Дефект прочих элементов кровли - отсутствие защитных колпаков на сантехнических вытяжках





Дефект рядовой кровли - образование вздутий кровельного ковра

# Причины аварий металлических конструкций.

1. Ошибки проекта.
2. Дефекты монтажа и изготовления.
3. Нарушение расчетных схем и нагрузок при эксплуатации.
4. Хрупкое разрушение металлических конструкций.
5. Потеря устойчивости металлических конструкций.
6. Низкое качество исходных материалов.
7. Недостаточное опирание несущих конструкций.



# Ошибки проекта

- ❑ Ошибки при проектировании стальных конструкций связаны, и основном, с просчетами в определении нагрузок, с неудачными решениями связей, неправильным выбором стали для конкретных условий строительства, с отсутствием в проекте специальных указаний об обеспечении возможности деформаций при проходе металлических конструкций через стены, перекрытия. Стали различаются по многим признакам, связанным с их получением, обработкой и использованием. Если при проектировании стальных конструкций не учитываются условия изготовления, монтажа и эксплуатации конструкций, то может быть сделан неправильный выбор марки стали, который отрицательно скажется на эксплуатационных качествах стальных конструкций. То же относится и к применяемым в проекте типам электродов. Как показала практика обследования, при проектировании не всегда удается выполнение местной устойчивости элементов стальных конструкций, что будет видно из приведенных ниже примеров.

В 1980 г. в Москве произошло обрушение спортивного сооружения. Несущими элементами сооружения были рамы из сварных двутавров. В местах перелома нижнего пояса ригеля в месте примыкания его к стойке создалась большая концентрация напряжений, что привело к потере местной устойчивости стенки двутавра и к обрушению всей рамы (рис. 13.1 а). Если бы в этих местах были установлены ребра жесткости, то обрушение рам не произошло бы.

В 1983 году в Ленинградской области произошло обрушение складского одноэтажного здания. Несущими конструкциями здания были рамы из прокатных двутавров. Интересна предыстория обрушения здания. Склад был построен в летнее время. По проекту кровля склада должна была быть выполнена из волнистых асбоцементных листов усиленного профиля, уложенных по стальным балкам, опирающимся на поперечные стальные рамы. У строителей не было асбоцементных листов усиленного профиля, и они применили обыкновенные волнистые асбоцементные листы, не изменив шаг балок кровли. В первую же зиму под действием снеговой нагрузки волнистые асбоцементные листы были разрушены. Тогда строители уложили по балкам кровли обрешетку из 25 мм досок и вновь использовали обычные волнистые асбоцементные плиты. На этот раз зимой обрушилось все здание. Причина обрушения была та же, что и в первом случае — местная потеря устойчивости стенки двутавра в местах перелома ригеля у его примыкания к стойке (рис. 13.1 б). Если бы были предусмотрены ребра жесткости в местах перелома нижней полки ригеля, то обрушение не произошло бы.

И наконец, еще один случай. В 1983 г. в Ленинграде произошла авария покрытия над крытым катком. Покрытие было запроектировано из железобетонных плоских плит, уложенных по структуре из трубчатых стальных элементов. В проекте было предусмотрено недопустимо большое расстояние между торцами трубчатых наклонных элементов и верхним поясом структуры (рис. 13.1 в). В результате произошла потеря устойчивости фасонок у верхнего пояса структуры и пояс оказался опертым на торцы наклонных трубчатых элементов. Покрытие просело до 60 см.

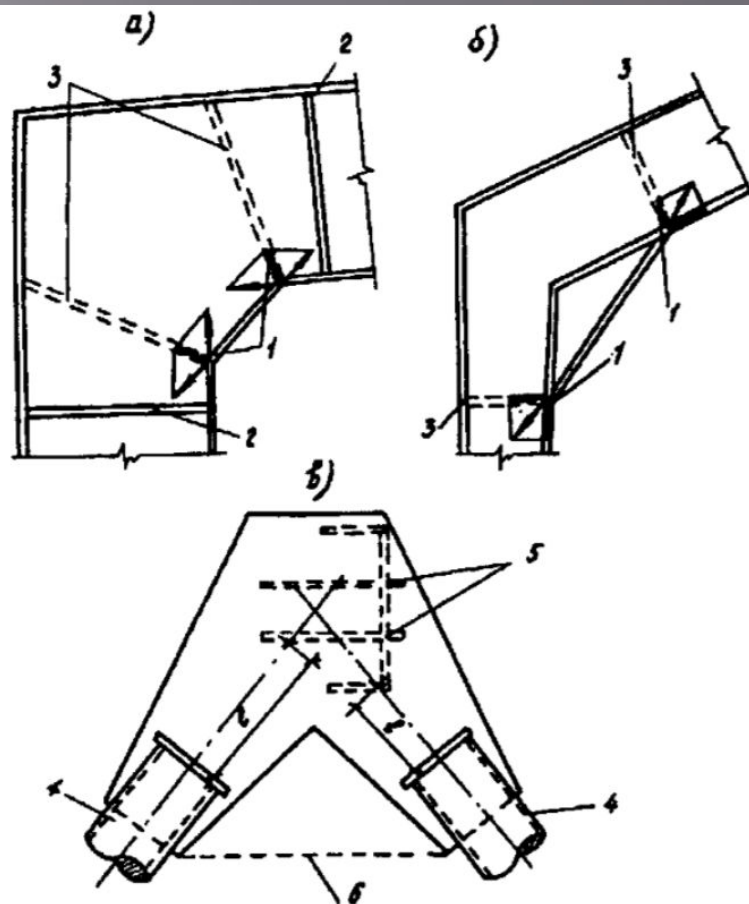


Рис. 13.1. Схемы узлов примыкания элементов стальных конструкций, приведших к авариям (*а* — ригеля и колонны спортивного здания; *б* — ригеля и колонны складского здания; *в* — раскоса к горизонтальным верхним элементам структурного покрытия):

*1* — сосредоточенные усилия, действующие на стенку элементов двутаврового сечения; *2* — проектные ребра жесткости; *3* — ребра жесткости, обеспечивающие местную устойчивость стенок элемента; *4* — трубчатые раскосы; *5* — верхние горизонтальные элементы структурного покрытия; *6* — нижняя грань фасонки по проекту КМ; *l* — большая свободная длина фасонки

# Дефекты монтажа и изготовления

Качество изготовления и монтажа стальных конструкций; а также правила их технической эксплуатации регламентируются СНиП, ГОСТ и отраслевыми документами. Однако в результате несовершенства норм и ошибок проектирования, низкого качества работ по изготовлению и монтажу конструкций, нарушений правил технической эксплуатации в конструкциях появляются отклонения от проектных размеров, формы и качества сверх допустимых пределов. Несовершенства, полученные конструкцией на стадии изготовления и монтажа, называются дефектами. Несовершенства, полученные в процессе эксплуатации, — повреждениями. Очагами развития повреждений часто являются дефекты изготовления и монтажа. Дефекты характеризуют начальное состояние конструкций. Повреждения возникают и развиваются во времени и зависят от срока эксплуатации и интенсивности воздействий. В зависимости от вызывающих их воздействий они могут быть разделены на:

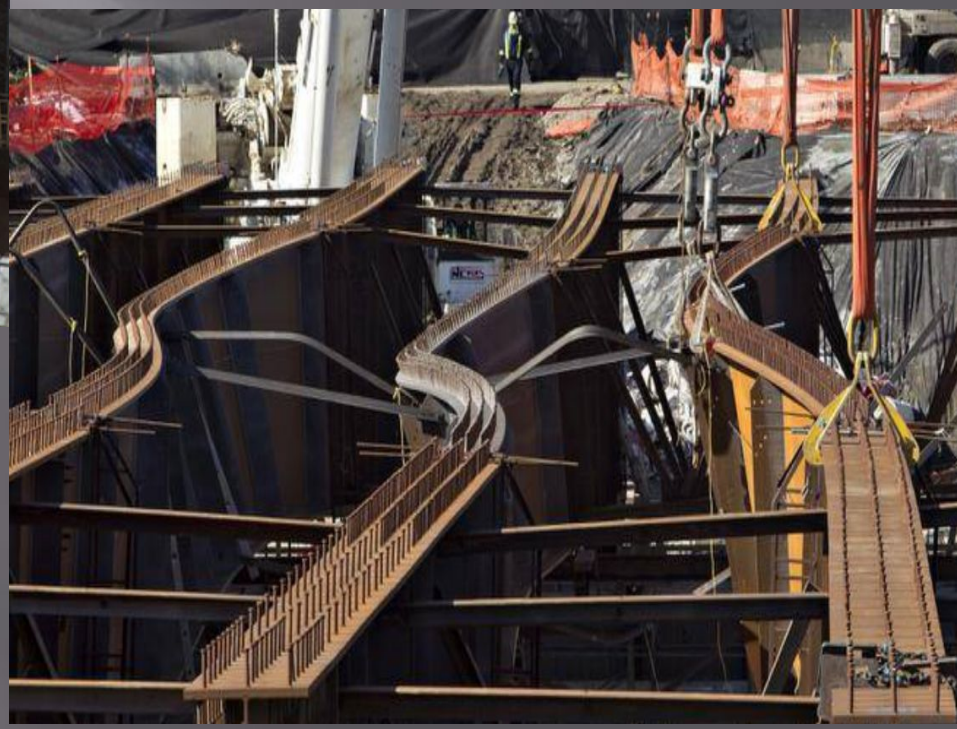
- 1) силовые (механические) — разрывы, трещины, потеря устойчивости, искривления и местные погибы, расстройство соединений, абразивный износ и т.п.;
- 2) температурные — коробление и разрушение элементов при высоких температурах, хрупкие трещины при отрицательных температурах, повреждения защитных покрытий при нагреве;
- 3) химические и электрохимические — коррозия металла и разрушение защитных покрытий.



# Хрупкое разрушение

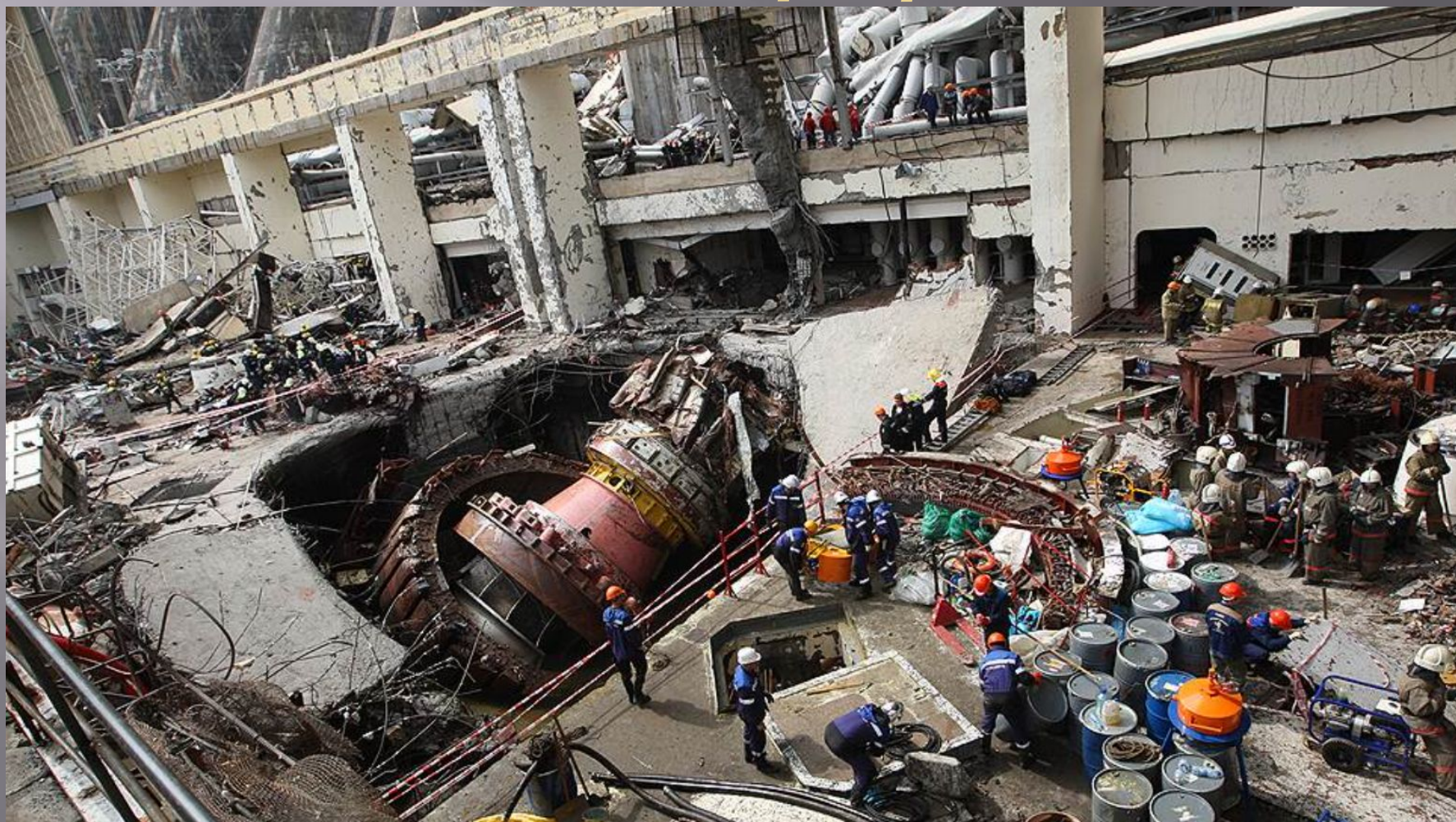
- Хрупкое разрушение характеризуется тем, что оно не сопряжено с заметной пластической макродеформацией и, как правило, наблюдается при воздействии средних напряжений, не превышающих предел текучести. Траектория разрушения близка к прямолинейной, излом нормален к поверхности и имеет кристаллический характер. Хрупкое разрушение, как правило, является внутрикристаллическим
- Разрушение в большинстве случаев происходит под воздействием нормальных напряжений и распространяется вдоль наименее упакованной кристаллографической плоскости, называемой плоскостью скола (отрыва). Но при некоторых условиях эксплуатации (водородное насыщение, коррозия и др.) хрупкое разрушение может быть межкристаллитным (межзеренным). Хрупкое разрушение часто происходит внезапно и распространяется с большой скоростью при малых затратах энергии. В ряде случаев оно приводит к катастрофическим разрушениям сварных конструкций в процессе эксплуатации.

# *Потеря устойчивости балки под собственным весом*





# *Авария на СШГЭС: усталость металла шпилек стала причиной катастрофы*





- По заключению комиссии Ростехнадзора и парламентского расследования причиной техногенной катастрофы 17 августа 2009 года на Саяно-Шушенской ГЭС явилась усталость металла шпилек крепления крышки турбины стационарного гидроагрегата № 2. Эту злополучную усталость в шпильках выявили учёные из Центрального научно-исследовательского института технологии машиностроения (ОАО НПО «ЦНИИТМАШ»)
- Лабораторные исследования фрагментов разрушенных деталей являются первичной операцией в расследовании причин аварий. На них обосновываются окончательные выводы и заключения комиссии. Ошибки, допущенные в заключениях металловедов, влекут за собой последующие ошибки других экспертов, участвующих в расследовании. И не исключено, что эксперты ОАО НПО «ЦНИИТМАШ», *«испытывая внутренний ужас»*, с перепуга могли и ошибиться в своём заключении. Поэтому после обнародования таких выводов комиссии по научно-техническому расследованию причин аварии на СШГЭС у большей части инженерного сообщества зародилось сомнение в подобном примитивном представлении причин национальной трагедии.



Суд в Хакасии назначил бывшим директору СШГЭС Николаю Неволько и главному инженеру станции Андрею Митрофанову по 6 лет лишения свободы с отбыванием в колонии общего режима, заместителю главного инженера Евгению Шерварли — 5,5 лет, занимавшему ту же должность Геннадию Никитенко — 5 лет и 9 месяцев. Работники службы мониторинга оборудования, также проходившие обвиняемыми по делу, получили условные сроки.



# Причины аварий деревянных конструкций.

1. Загнивание древесины, поражение насекомыми.
2. Продольные усущенные трещины, разрывы растянутых элементов в местах ослабления сечения.
3. Отклонение от вертикали, выгиб из плоскости, местное выпучивание сжатых элементов.
4. Прогибы и изломы изгибаемых элементов.
5. Расслоения по клеявым швам клееных деревянных элементов.
6. Дефекты узловых монтажных соединений.
7. Ошибки проектирования.

Большинство серьезных повреждений и аварий деревянных конструкций, как и других видов строительных конструкций, связано с нарушением правил эксплуатации зданий и сооружений. Чаще всего эти нарушения приводят к загниванию деревянных конструкций. Основные причины загнивания деревянных конструкций: прямое или конденсационное увлажнение, дефекты гидроизоляции, несоблюдение температурно-влажностного режима эксплуатации (см. рис. 1-4).

Наиболее часто стропильные конструкции повреждаются у торцов зданий, из-за протечек в кровле ввиду небрежно выполненного примыкания рубероидного ковра к парапетным стенам. Возведение различных пристроек и надстроек к существующему зданию приводит к изменению схемы приложения снеговой нагрузки на покрытие и схемы водоотвода с крыши. Если эти вопросы решены неграмотно, то конструкции оказываются перегруженными в зоне снегового мешка, а нарушение водостока приводит к загниванию опорных частей конструкций.

Случаев загнивания КДК очень мало, в частности, отмечены случаи загнивания верхней зоны сечения арок под прогонами, а также зафиксировано загнивание арок, расположенных в противопожарных зонах складов минеральных удобрений. Для повышения огнестойкости арок, по требованию пожарников, поперечное сечение конструкций в этих зонах обшили оцинкованной жстью с прокладкой из асбеста. Сечение деревянного элемента оказалось в замкнутом пространстве без вентиляции, что привело к конденсации влаги на поверхности арок и загниванию древесины. После случаев обрушения таких арок было принято решение снять эту обшивку.

Характерная ошибка при эксплуатации чердачных помещений - глухая заделка слуховых окон (листами фанеры или остекление). Это не только нарушает режим проветривания деревянных конструкций, но и приводит в летний период к повышению температуры внутри чердачного помещения ( $t > 50^{\circ}\text{C}$ , особенно при использовании в покрытии кровельного железа). По этой причине наблюдается разрыв нижних растянутых поясов деревянных ферм из-за «текучести» древесины при высоких температурах.

Балки чердачных перекрытий в старых зданиях часто полностью засыпаются шлаком, что ведет к поверхностному загниванию деревянных балок на глубину 2...3 см, однако при сверлении в глубину сечения древесина, судя по белому цвету стружки, зачастую имеет здоровый вид. Другой ошибкой является обертывание толем опорных концов балок или даже полное обертывание толем балок по всей длине, что способствует конденсации влаги на поверхности древесины и препятствует проветриванию конструкций. Достаточно проложить слой гидроизоляции под опорную подушку или опорную часть балки, соприкасающуюся с кирпичной стеной.

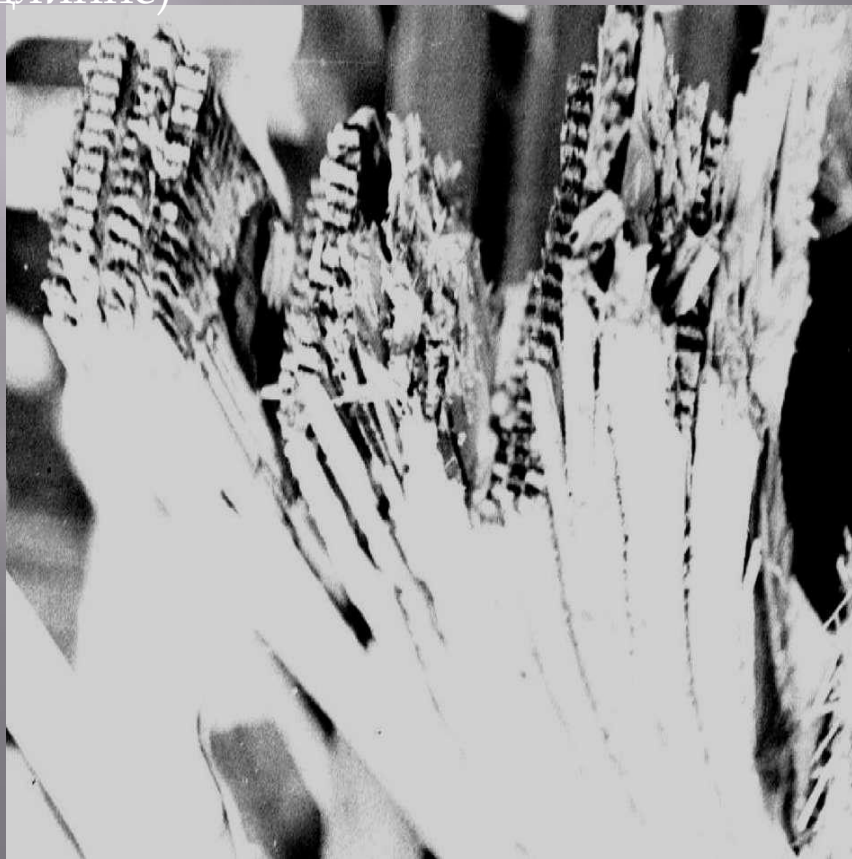


**Загнивание опорной части деревянной балки с перекрестной дощатой стенкой на гвоздях (из-за нарушения водостока с кровли после пристройки слева более высокого здания)**



# Низкая прочность конструкций

Фрагмент разрушенного карнизного узла гнутоклееной рамы (в карнизном сечении рамы оказалось более 70% стыков заготовок по длине)



Фрагмент разрушившейся стрельчатой арки (сечение ослаблено на 90%: из 8 слоев 7 оказались стыки заготовок по длине)



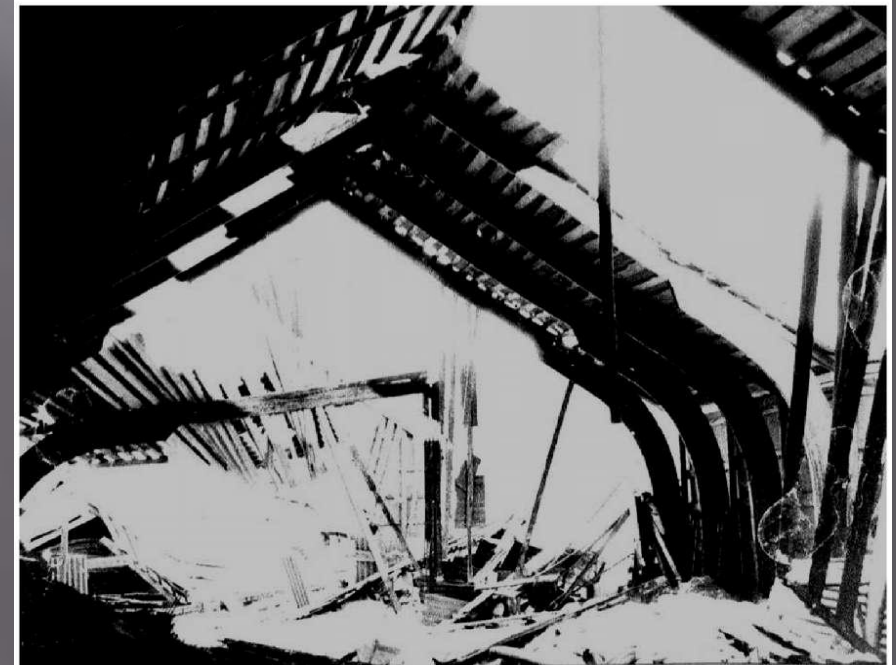
# *Внешние воздействия, превысившие расчетные величины*



Сверхнормативная  
снеговая нагрузка на  
покрытии из стрельчатых  
арок пролетом 45 м в  
момент аварии  
(максимальная высота  
снежного покрова 2,6 м)



Прогиб прогонов покрытия в зоне сверхнормативного отложения снега превышает предельно допустимый прогиб в 2...3 раза



Общий вид складов из клееных деревянных конструкций после аварии из-за сверхнормативной односторонней снеговой нагрузки а) склад минеральных удобрений из стрельчатых арок б) склад готовой

# Причины аварий железобетонных и каменных конструкций.

1. Ошибки проектирования.
2. Нарушение расчетных схем и нагрузок при эксплуатации.
3. Коррозия арматуры и бетона.
4. Недостаточное опирание несущих конструкций.
5. Наличие и развитие трещин.

# Ошибки при проектировании ЖБК

Ошибки при проектировании железобетонных конструкций могут быть вызваны неудачными решениями узлов конструкций, неправильным армированием, неудачно выбранными классами и марками бетона и арматуры, недостаточным обеспечением устойчивости конструкций, неучётом возможной коррозии бетона, неполным отображением узлов в чертежах и отсутствием указаний по сооружению конструкций.

При проектировании конструкций нужно обеспечивать прочность так, чтобы разрушение элементов конструкции было пластичным, но не хрупким. Это достигается применением пластичных сталей, соблюдением минимального и максимального процентов армирования. Для сжатых элементов и при расчёте по наклонному сечению следует предусматривать больший запас прочности.

Для сборных железобетонных конструкций ошибки возникают при проектировании узлов.

В зданиях со стенами из крупных панелей наиболее ненадёжными являются стыки панелей.

Аварии крупнопанельных домов показали, что в случае локального воздействия (взрыв бытового газа) может произойти цепное разрушение здания. В связи с этим действующие в настоящее время нормы требуют, чтобы локальные разрушения отдельных конструкций не приводили к обрушению соседних конструкций, на которые передаётся нагрузка от повреждённых элементов. Анкеровка закладных деталей и сварных соединений связей должна быть рассчитана на усилие в 1,5 раза больше, чем сама связь. Отдельные плиты междуэтажных перекрытий должны быть объединены в единый диск с помощью связей, работающих в плоскости перекрытия на растяжение и сдвиг. Горизонтальные стыки между перекрытиями и стенами проверяются расчётами на растяжение и сдвиг.



# Дефекты ЖБК

№ п/п	Вид повреждения и дефекта, место расположения и характерные признаки обнаружения	Вероятные причины возникновения и методы обнаружения	Возможные последствия и меры по предупреждению дальнейшего развития или по устранению
1	Волосяные трещины, не имеющие четкой ориентации, появляющиеся при изготовлении в основном на верхней поверхности	Усадка в результате принятого режима температурно-влажностной обработки, состава бетонной смеси, свойств цемента. Метод выявления - визуальный	На несущую способность не влияют, могут снизить долговечность. Заделка трещин раствором
2	Волосяные трещины вдоль арматуры, следы ржавчины на поверхности бетона	Коррозия арматуры (слой коррозии до 0,5 мм) при потере бетоном защитных свойств (например, при карбонизации). Раскалывание бетона при нарушении сцепления с арматурой. Метод выявления - визуально-инструментальный	Снижение несущей способности до 5%. Может снизиться долговечность. Усиление - при необходимости. Восстановление защитного слоя
3	Сколы бетона	Механические воздействия. Метод выявления - визуальный	При расположении в сжатой зоне - снижение несущей способности за счет уменьшения площади сечения. При расположении в растянутой зоне на несущую способность не влияют, но снижают жесткость элемента. Установка обойм по расчету. Заделка сколов мелкозернистым бетоном
4	Промасливание бетона	Технологические протечки. Метод выявления - визуально-инструментальный	Снижение несущей способности за счет снижения прочности бетона до 30%. Устранение протечек. Усиление по расчету, снятие промасленного слоя. Установка обойм или армосеток, обетонирование

5	Трещины вдоль арматурных стержней с шириной раскрытия до 3 мм. Явные следы коррозии арматуры	Развиваются в результате коррозии арматуры из волосяных трещин. Толщины продуктов коррозии до 3 мм. Метод выявления - визуально-инструментальный	Снижение несущей способности в зависимости от толщины слоя коррозии и размеров выключенного из работы бетона сжатой зоны. Кроме того, уменьшение несущей способности нормальных сечений до 20% в результате нарушения сцепления арматуры с бетоном. При расположении на опорных участках - состояние аварийное. Усиление по расчету, восстановление защитного слоя
6	Отслоение защитного слоя бетона	Коррозия арматуры - дальнейшее развитие дефектов в п.2 и п.5. Метод выявления - визуально-инструментальный	Снижение несущей способности в зависимости от уменьшения площади сечения арматуры в результате коррозии и уменьшения размеров поперечного сечения сжатой зоны. Кроме того, снижение прочности нормальных сечений до 30% в результате нарушения сцепления арматуры с бетоном. Снижена жесткость элементов При расположении дефекта на опорном участке - состояние аварийное. Усиление по расчету, восстановление защитного слоя
7	Нормальные трещины в изгибаемых конструкциях и в растянутых элементах конструкций шириной раскрытия для стали класса: А240 - более 0,5 мм; А300, А400, А500, А600 - более 0,4 мм; в остальных случаях - более 0,3 мм	Перегрузка конструкций. Смещение растянутой арматуры. Для преднапряженных конструкций - малая величина натяжения арматуры при изготовлении. Метод выявления - визуально-инструментальный	Снижение несущей способности и жесткости элементов. Разгрузка и усиление по расчету
8	То же, что в п.7, но имеются трещины с разветвленными концами	Перегрузка конструкций в результате снижения прочности бетона или нарушения сцепления арматуры с бетоном. Метод выявления - визуально-инструментальный	Состояние аварийное. Немедленная разгрузка и усиление по расчету

9	Наклонные трещины со смещением участков балки относительно друг друга и наклонные трещины, пересекающие арматуру	Перегрузка конструкций. Нарушение анкеровки арматуры. Метод выявления - визуально-инструментальный	Состояние аварийное. Немедленная разгрузка и усиление по расчету
10	Относительные прогибы, превышающие предельно допустимые по нормам проектирования	Перегрузка конструкций. Метод выявления - инструментальный	Степень опасности определяется в зависимости от наличия других дефектов. Например, наличие этого дефекты и по п.7 - состояние аварийное. Разгрузка и усиление по расчету
11	Повреждения арматуры и закладных деталей (надрезы, вырывы)	Механические воздействия, коррозия арматуры. Метод выявления - визуально-инструментальный	Снижение несущей способности. Усиление по расчету
12	Выпучивание сжатой арматуры, продольные трещины в сжатой зоне, шелушение бетона сжатой зоны	Перегрузка конструкций. Метод выявления - визуально-инструментальный	Состояние аварийное. Разгрузка и усиление по расчету
13	Уменьшение площадок опирания против проектных	Ошибки при изготовлении и монтаже. Метод выявления - инструментальный	Возможно снижение несущей способности. Усиление по расчету
14	Разрывы или смещения поперечной арматуры в зоне наклонных трещин	Перегрузка конструкций. Метод выявления - инструментальный	Состояние аварийное. Разгрузка и усиление по расчету
15	Отрыв анкеров от пластин закладных деталей, деформация соединительных элементов, расхождение стыков	Наличие воздействий, не предусмотренных при проектировании. Метод выявления - визуально-инструментальный	Состояние аварийное. Разгрузка и усиление по расчету



16	Трещины, вывалы и оголение арматуры в зоне проходы коммуникаций через стены, перекрытия и покрытия	Механические повреждения при пробивке отверстий и проемов с оголением и вырезкой арматуры, вибрация. Метод выявления - визуально-инструментальный	Снижение несущей способности. Усиление по расчету
17	Трещины, выбоины, раскалывание фундаментов под оборудование, вырыв анкерных болтов	Вибрации, снижение прочности бетона, промасливание. Метод выявления - визуально-инструментальный	Состояние предаварийное. Устранение вибрации. Восстановление фундаментов с усилением
18	Высолы на поверхности бетона	Воздействие агрессивной среды, неправильное применение химдобавок. Метод выявления - визуально-инструментальный, лабораторный	Снижение несущей способности за счет коррозии арматуры и бетона. Восстановление защитных покрытий. В необходимых случаях - усиление по расчету
19	Наличие следов сажи и копоти, шелушение отдельных слоев поверхности бетона, небольшие сколы бетона	Воздействие очагового пожара. Метод выявления - визуальный	Снижение несущей способности. Конструкции требуют восстановления поврежденных поверхностей
20	Полное покрытие поверхности сажей и копотью, сколы и обнажение арматуры по углам, обнажение арматурной сетки плоских элементов до 10%, отделение бетона без обрушения (глухой звук при простукивании), трещины до 0,5 мм	Среднее воздействие пожара. Метод выявления - визуально-инструментальный	Снижение несущей способности и жесткости элементов. Конструкции требуют усиления по расчету с увеличением сечений
21	Цвет бетона - желтый, сколы до 30%, обнажение арматуры до 50%, трещины до 1,0 мм	Сильное воздействие пожара. Метод выявления - визуально-инструментальный	Аварийное состояние. Конструкции требуют усиления по расчету с увеличением сечений бетона и арматуры и устройством дополнительных опор

***Аварии в  
строительстве и  
причины их  
возникновения***

*Обрушение торгового центра Samroong в Южной Корее в 1995 году*





- Обрушение супермаркета в Сеуле считается одной из самых масштабных и трагических аварий зданий в истории строительства, в результате которой погибло более 500 человек и около тысячи получили ранения. Причиной аварии стали грубейшие нарушения при строительстве, начиная с некачественно выполненного основания.
- После возведения здания в 1987 году, выполнялось увеличение торговых площадей путем надстройки дополнительных этажа, а также установка мощных кондиционеров на кровле весом по 15 т. Помимо грубых технических ошибок в проекте, здание не было рассчитано на дополнительные нагрузки.

# Обрушение жилого 6-этажного здания в Италии, 1999 год



- Авария, в результате которой дом полностью сложился, произошла рано утром. Обрушение длилось около 19 секунд. Под завалами погибли 67 человек. В результате работы экспертной комиссии было установлено, что причиной катастрофы являлись многочисленные дефекты строительства, в том числе, в подвальной части здания не был установлен ряд предусмотренных проектом колонн. Кроме этого дом был возведен в обводненном грунте без соответствующих защитных мероприятий.



# Обрушение 8-этажного торгового центра в Бангладеш, 2013 год



- На сегодняшний день эта авария является самой значительной во всей мировой истории. В результате обрушения погибло 1129 человек и более 2500 получили ранения. Трагедия произошла в 8:57 утра 24 апреля 2013 года. За считанные секунды огромный 8-этажный торгово-промышленный центр Рана Плаза рухнул, оставив неповрежденным только первый этаж.
- В соответствии с проектом, здание должно было иметь только 5 этажей и предназначаться исключительно для ведения коммерческой деятельности. Как показало расследование, строительство осуществлялось с грубыми нарушениями. В основании фундаментов находилось подземное озеро, никаких мер по защите строительных конструкций выполнено не было. В процессе эксплуатации здания были незаконно достроены еще 3 этажа, которые стали использоваться в качестве промышленных цехов швейных фабрик. На кровле были установлены мощные и тяжелые дизель-генераторы для обеспечения бесперебойной работы оборудования. Помимо увеличения веса, строительные конструкции здания подвергались воздействию незапланированных динамических нагрузок.



# *Обрушения зданий в России*





# Обрушение торгового центра Сампун



- ▣ 29 июня 1995 года в Сеуле произошло обрушение супермаркета «Сампун». Погибли 458 человек, более 900 получили тяжелые ранения. Причиной назвали постройку бассейна на крыше здания, низкое качество бетонных конструкций, а также изменение дизайна нижнего этажа. К ответственности были привлечены 26 человек, среди которых владельцы магазина и чиновники местной управы.

# *Трагедия в развлекательном комплексе "Трансвааль-парк"*



- 14 февраля 2004 года в Москве обрушился купол аквапарка «Трансвааль». Площадь обрушения превысила 5 тыс. кв. м. Погибли 28 человек, около 200 пострадали. Причиной обрушения были признаны «неверные конструктивные решения» и «просчеты проектирования». Следствие возложило вину на конструктора крыши Нодара Канчели и главу Мосгосэкспертизы Анатолия Воронина. В 2006 году прокуратура Москвы признала чиновника непричастным к трагедии, а архитектора амнистировала.



# *Трагедия на Басманном рынке в Москве*



- ▣ 23 февраля 2006 года в Москве обрушилась кровля здания Басманного рынка. Общая площадь обрушения составила более 3 тыс. кв. м. Погибли 66 человек, более 30 пострадали. Среди причин трагедии называлось нарушения правил эксплуатации здания. Было возбуждено уголовное дело, однако установить вину конкретных фигурантов не удалось, приговоров вынесено не было.



# Обрушение здания в Саваре





- 24 апреля 2013 года в Саваре в Бангладеш обрушилось восьмиэтажное здание Rana Plaza, в котором располагались пять текстильных фабрик и торговые точки. Погибли 1129 человек, более 2 тыс. пострадали. Основной причиной трагедии были названы нарушения строительных норм.
- Поиски тел прекращены 13 мая. Из-под завала спасены около 2500 человек. Десятки извлечённых неопознанных тел были похоронены в общих могилах без идентификации личностей

**Обрушение двух пролетов  
казармы учебного центра ВДВ в  
г. Омске 12 июля 2015 года**



- ▣ Причиной трагедии, унесшей жизни 23 курсантов, названа некачественно выполненная кладка стен при возведении здания в 1975 году, а также ненадлежащим образом осуществленный в 2013 году ремонт постройки. На момент аварии в казарме находились 337 человек.



# Обрушение пятиэтажного жилого дома



- ▣ 10 июня в Луцке (Украина) обрушился пятиэтажный жилой дом — рухнули несущие конструкции с первого по пятый этаж между первым и вторым подъездами. Спасатели вывели из здания 18 человек. В результате

# Обрушение здания в Станьково









# *В Цнянке под Минском рухнуло здание офиса*



- Все началось с того, что в здании офиса компании West-Line на улице Дзержинского, 16а, в поселке Цнянка Минского района решили сделать цокольный этаж. Разработали и утвердили в соответствующих органах проект, а вот на положенном в таких случаях укреплении фундамента решили сэкономить. В итоге при проведении работ здание попросту обрушилось



# *Ребенок погиб под обрушившейся плитой перекрытия в Могилеве*







- 1 ноября 2017 года около 16 часов в МЧС поступило сообщение от местного жителя о том, что под плитой в строящемся здании зажаты двое детей.
- Прибывшие спасатели извлекли тела школьников. После проведения реанимационных мероприятий сотрудниками скорой медицинской помощи констатирована смерть мальчика, 2007 года рождения, второй ребенок, 2008 года рождения, был доставлен в учреждение здравоохранения, где скончался 13 ноября.
- В ходе следствия установлено, что на земельном участке по адресу ул. Загородное шоссе, расположен жилой дом № 31, который на праве собственности принадлежал четверым гражданам, один из которых заложил фундамент отдельно стоящего от иных строений дома на данном участке без согласования с соответствующими службами. Однако строительство не завершилось в связи со сменой места жительства. Право достроить дом с последующим выкупом собственник доверил своему знакомому. Официально оформить сделку купли-продажи не представилось возможным, поскольку на этом участке уже находилось самовольно возведенное строение другого собственника. Несмотря на это мужчина приступил к строительству дома, рассчитывая впоследствии оформить данное строение в установленном законом порядке. Однако в 2010 году Комитетом государственного контроля Могилевской области был выявлен факт незаконного строения, которое подлежало сносу, в связи с этим мужчина строительство прекратил.



# *В Минске обрушилась стена строящегося ресторана.*





В Минске при обрушении стены строящегося ресторана погиб один человек, [сообщила](#) пресс-служба Минского городского управления МЧС. Трагедия случилась рядом с водохранилищем Дрозды.

В 15:08 29 января в центр оперативного управления Минского городского управления МЧС от строителя поступило сообщение об обрушении стены на рабочего в возводимом здании по пр. Победителей, около аквапарка «Лебятый».

Там, где строится ресторан восточной кухни с объектами культурно-развлекательного назначения, произошло обрушение перекрытия возводимого одноэтажного здания (15×80 м) на площади 60 кв. м на плотника субподрядной организации 1977 года рождения.

На момент обрушения на перекрытии находились трое рабочих субподрядной организации, которые проводили работы по утеплению строительных конструкций.

В 16:07 работниками МЧС с помощью аварийно-спасательного инструмента извлечен оказавшийся под завалами плотник, медики констатировали его смерть. Как [пишет](#) БЕЛТА, в результате обрушения получили травмы рабочий 1970 года рождения (с сочетанной травмой, ЧМТ легкой степени, ушибом правой почки, закрытым переломом пальца правой кисти доставлен в Больницу скорой медицинской помощи) и рабочий 1986 года рождения (получил ЧМТ легкой степени, от госпитализации отказался).

# *Обрушение 1200 тонн металлоконструкций Второй Ленинградской АЭС*



- По официальной информации ОАО «Концерн Росэнергоатом», 17 июля 2011 г. при работах по бетонированию здания центрального зала 1-го энергоблока ЛАЭС-2 специалисты ОАО «Концерн Росэнергоатом» зафиксировали нарушение целостности армокаркаса на отметке выше отметки +8.500 метров от уровня земли.
- Через 1 час 20 минут после завершения бетонирования наружной защитной оболочки, по предварительной оценке вследствие нарушения технологии бетонирования субподрядными организациями, была зафиксирована деформация арматуры, находящейся выше отметки +8.500. Повреждений машин и механизмов не произошло. Сдвиги опалубки, в которую уложен бетон, визуальным осмотром не установлено.
- В связи с этим, ОАО «Концерн Росэнергоатом», как генеральный заказчик строительства энергоблоков ЛАЭС-2, обязал субподрядные организации заменить участок армокаркаса наружной оболочки здания центрального зала 1-го энергоблока ЛАЭС-2.



# Заключение

# Список используемых источников

- <https://naviny.by/article/20171101/1509553904-rebenok-pogib-pod-obrushivsheysya-plitoy-perekrytiya-v-mogileve>
- <https://ppt-online.org/152744>
- [https://studopedia.ru/7\\_29597\\_treshchini-v-plitah-perekritiya-i-sbornih-panyah-perekritiy.html](https://studopedia.ru/7_29597_treshchini-v-plitah-perekritiya-i-sbornih-panyah-perekritiy.html)
- <https://tse.expert/info-block/opinions/konstruktsii-perekrytiy/>
- <http://proektdon.ru/proekty/primer-obsledovaniya-zdaniya>
- [https://mkrovlya.ru/products/info/primenenie\\_krovelnoy\\_produktsii/obrazovanie\\_vzdutiy\\_krovelnogo\\_kovra/](https://mkrovlya.ru/products/info/primenenie_krovelnoy_produktsii/obrazovanie_vzdutiy_krovelnogo_kovra/)
- <https://www.twirpx.com/file/148105/>
- <http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-159-karkas-zdaniya/3.htm>
- <http://weldzone.info/technology/control/768-xrupkoe-razrushenie>
- <https://dwg.ru/bsk/4434>
- <http://www.plotina.net/sshges-rassokhin-2018/>
- <https://dela.ru/lenta/134899/>
- <https://lidersk.ru/articles/29/defektyi-zhelezobetonnyih-konstruktsij/>
- <http://bellona.ru/2012/07/17/aes-razvalilas-piketami-ekologi/>
- <http://www.ctv.by/обрушение-дома>
- [https://www.tvr.by/news/chp/v\\_minske\\_proizoshlo\\_obrushenie\\_zdaniya\\_budushchego\\_restorana/](https://www.tvr.by/news/chp/v_minske_proizoshlo_obrushenie_zdaniya_budushchego_restorana/)
- [https://www.belta.by/incident/view/sledovатели-rabotajut-na-meste-obrusheniya-zdaniya-v-stankovo-295515-2018/?utm\\_source=belta&utm\\_medium=news&utm\\_campaign=accent](https://www.belta.by/incident/view/sledovатели-rabotajut-na-meste-obrusheniya-zdaniya-v-stankovo-295515-2018/?utm_source=belta&utm_medium=news&utm_campaign=accent)
- <https://news.tut.by/hotline/320693.html?crnd=67345>
- <https://realt.onliner.by/2016/01/29/minsk-46>
- <https://maistro.ru/articles/stroitelnyj-konstrukcii/krupnejshie-obrusheniya-stroitelnyh-konstrukcij-v-mirovoj-istorii>
- <https://tass.ru/info/2114327>
- <http://stroy-trading.ru/information/article/431>
- <https://ria.ru/20120417/628116652.html>
- <https://rg.ru/2019/01/03/reg-urfo/spasateli-mchs-zavershili-razbor-zavalov-v-magnitogorske.html>
- <https://www.kommersant.ru/doc/2526888>
- [https://ru.wikipedia.org/wiki/Обрушение\\_торгового\\_центра\\_Сампун](https://ru.wikipedia.org/wiki/Обрушение_торгового_центра_Сампун)
- <https://ria.ru/20140214/994644691.html>
- <https://ria.ru/20160223/1377866389.html>
- [https://ru.wikipedia.org/wiki/Обрушение\\_здания\\_в\\_Саваре](https://ru.wikipedia.org/wiki/Обрушение_здания_в_Саваре)
- <https://ria.ru/20130610/942628260.html>