

ДЕРГУНОВ С.А., Оренбургский государственный университет, Оренбург, Россия,
e-mail: Dergunow79@mail.ru
DERGUNOV S.A., Orenburg State University, Orenburg, Russia.

САТЮКОВ А.Б., Оренбургский государственный университет, Оренбург, Россия,
e-mail: Satyukov777@mail.ru
SATYUKOV A.B., Orenburg State University, Orenburg, Russia.

СПИРИНА А.Ю., Оренбургский государственный университет, Оренбург, Россия,
e-mail: Alena0993@mail.ru
SPIRINA A.Y., Orenburg State University, Orenburg, Russia.

СЕРИКОВ С.В., Оренбургский государственный университет, Оренбург, Россия,
e-mail: svserikov@list.ru
SERIKOV S.V., Orenburg State University, Orenburg, Russia.

АВАРИИ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ И ИХ ПРИЧИНЫ

ACCIDENTS OF THE BRIDGE STRUCTURES AND THEIR REASONS

Тирөөч конструкциялар оор жүктөн майышып, резонанстын пайда болушунан же материалдын эскиришинен жана эксплуатациялоочу чөйрөнүн материалга тийгизген тескери таасиринен улам көпүрөлөрдүн кыйрашынын мисалдары каралган.

Өзөк сөздөр: көпүрө, транспорттук курулуштар, авария, көпүрөнүн кыйрашы, көпүрө конструкцияларынын кыйрап тушүүсү, пайдалануу коопсуздугу, көпүрөлөрдүн кыйрашынын мисалдары, көпүрөлөрдүн кыйрашынын ылдамдануусу.

Рассмотрены примеры разрушения мостовых сооружений, вызванных перегрузкой несущих конструкций, возникновением резонанса или усталостью материала, вследствие старения материала и неблагоприятного воздействия эксплуатационной среды.

Ключевые слова: мост; транспортные сооружения; авария; разрушение моста; обрушение мостовых конструкций; безопасность эксплуатации; примеры аварий мостов; прогрессирующее разрушение мостов.

Examples of the destruction of bridge structures caused by overloading of the supporting structure, the appearance of aging material and the adverse effects of the operational environment are considered.

Key words: bridge; transport facilities; crash; bridge destruction; collapse of bridge structures; operational safety; examples of bridge accidents; progressive destruction of bridges.

Мостовые сооружения как наиболее сложные и важные элементы дорожной инфраструктуры требуют особого внимания на протяжении всего их жизненного цикла. Несомненно, существенное влияние на экономическое развитие страны оказывает техническое состояние и развитие сети автомобильных дорог, поэтому так важно в условиях ежегодного увеличения транспортного потока выполнять своевременный ремонт и реконструкцию автомобильных дорог и инженерных транспортных сооружений. Из-за запущенного состояния мостовых сооружений или их аварий и, как следствие, изменения режима движения, снижения средней скорости и пропускной способности возникают значительные экономические потери [1].

Под аварией мостового сооружения подразумевается происшествие, представляющее собой разрушение или обрушение конструкции или группы конструкций мостового сооружения или получение ими таких деформаций, при которых его эксплуатация невозможна [2].

Существуют различные классификации причин аварийных разрушений инженерных сооружений, однако можно выделить некоторые общие черты. Основные укрупненные причины:

- Ошибки на стадии проектирования.
- Ошибки на стадии строительства.
- Ошибки на стадии эксплуатации.
- Непредвиденные обстоятельства.

По данной классификации в работе проанализированы аварийные разрушения мостов. Удалось выявить, что наиболее часто (84 случая из 98), возникали аварийные разрушения существующих эксплуатируемых мостовых сооружений, остальные 14 случаев – это аварийные разрушения новых или строящихся мостов.

Ниже приведена диаграмма весовой доли основных причин аварийных разрушений мостов (рис.1):

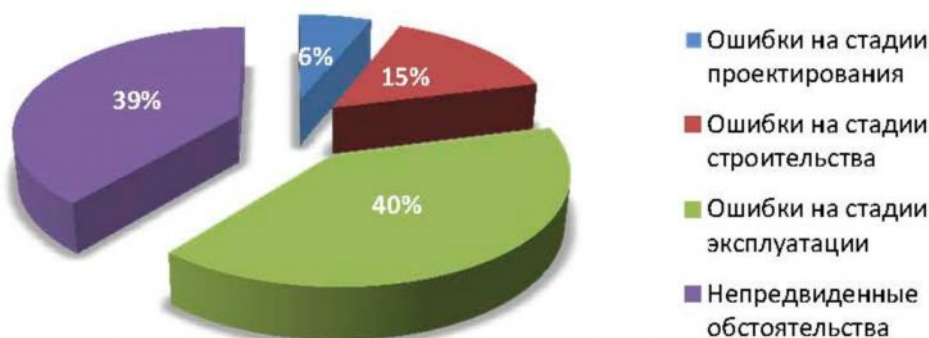


Рис. 1. Диаграмма основных причин аварийных разрушений мостов

Основные ошибки проектирования, влекущие за собой аварии мостов, следующие:

- техническая неграмотность проекта производства работ;
- отсутствие полноты учета строительных нагрузок при проектировании;
- некорректное проектирование новых конструкций и конструкций усиления;
- неверный расчет несущих элементов сооружения.

К причинам возникновения ошибок на стадии проектирования следует отнести:

- не полнота информации (геологических, гидрологических, геодезических исходных данных и др.);
- несоответствие расчетных предпосылок (условной расчетной схемы сооружения, материалов, нагрузок и воздействий и т.д.) действительной работе конструкции;
- неопытность специалистов, выполняющих проектные работы;
- ограниченный кругозор или односторонний подход при решении задач;
- переоценка исполнителя своей квалификации;
- пренебрежение рисками при неблагоприятном развитии событий;
- отсутствие альтернативных методик проектирования и критических замечаний оппонентов;
- низкая организация трудового процесса;
- неблагоприятный производственный климат, включая недостаток времени и отсутствие гармоничных взаимоотношений в коллективе;
- неумение применять комплексные технологии проектирования, опираясь на действующие традиционные и компьютерные методы расчета;

- несовершенная система государственных торгов (стремление к уменьшению стоимости и сроков проведения проектных работ, в результате чего страдает качество выпускаемой продукции);
- отсутствие объективной критики принятых проектных решений [3].

Рассмотрим случай обрушения ригеля с последующим разрушением пролетного строения строящегося путепровода. Причиной аварии стало неграмотное назначение конструкции промежуточной опоры (рис. 2). В данном примере было запроектировано массивное тело опоры и ригель с большим вылетом консолей. В результате этого консоли ригеля обрушились под действием собственного веса и веса пролетного строения, без воздействия временных нагрузок. Такое событие является следствием неверного расчета конструкции ригеля на стадии проектирования.

Под пролетное строение путепроводов с большим габаритом целесообразнее устраивать опоры стоечного или столбчатого типа, что позволяет уменьшить консоли ригеля.



Рис. 2. Аварийное разрушение путепровода

Достаточно часто происходят аварийные разрушения, в том числе с погибшими и пострадавшими, в процессе возведения металлических пролетов большой длины или разборки старого мостового сооружения.

Другой пример, при разборке старого моста обрушилось пролетное строение, на котором в момент аварии находились строительная техника и оборудование (общим весом свыше 15 т), а также производственный персонал, в результате происшествия погибло 4 человека (рис. 3). Строительная техника была установлена на пролетном строении, части которого планировалось демонтировать. Было установлено, что работы велись при отсутствии проекта производства работ, с нарушением порядка очередности проведения демонтажа, без противовесов и временных опор, принятия мер по закреплению и усилению элементов разбираемого сооружения с целью предотвращения случайного обрушения.

В другом аналогичном случае при реконструкции моста выявлено, что обрушение конструкции пролетного строения произошло из-за нарушения технологии производства работ, в частности вследствие отсутствия временных опор и усиления элементов разбираемого сооружения. Вопреки проектному решению строительная техника была размещена непосредственно на самом реконструируемом сталежелезобетонном пролетном строении. При частичной разборке железобетонной плиты, возникла потеря устойчивости главной балки, что и привело к разрушению пролетного строения.

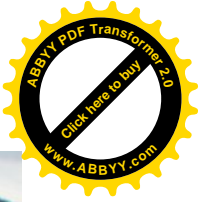


Рис. 3. Аварийное разрушение моста вследствие нарушения порядка очередности проведения демонтажа

Причиной подобных случаев является нарушение технологии производства строительных работ, низкое качество изготовления и монтажа элементов конструкций, или халатное отношение к рабочим обязанностям, отсутствие должного контроля со стороны руководства.

Чаще всего происходят аварийные разрушения эксплуатируемых мостов вследствие снижения грузоподъемности пролетного строения и опор. Причиной этого является отсутствие своевременной диагностики состояния мостового сооружения, оценки его грузоподъемности и остаточного ресурса, непринятие необходимых мер по ограничению по массе пропускаемых транспортных средств или несвоевременность проведения ремонтно-восстановительных работ.

Таким примером может служить другое аварийное разрушение моста на автомобильной дороге. Сооружение находилось в неудовлетворительном техническом состоянии, на нем был установлен знак ограничения по массе транспортных средств (20 т), что затрудняло его нормальную эксплуатацию. После проезда автомобиля-самосвала (точная масса транспортного средства не установлена) произошло обрушение части пролетного строения и ригеля (рис. 4). По характеру обрушения причиной, очевидно, стала недостаточная несущая способность ригеля промежуточной опоры и, как следствие, его разрушение.

К категории непредвиденных обстоятельств можно отнести следующие причины:

- разрушения, вызванные природными катаклизмами;
- разрушения, вызванные форс-мажорными обстоятельствами, связанными с человеческим фактором (таран опор и пролетных строений путепроводов тяжелыми транспортными средствами или навал судов на опоры мостов и т.д.).

Распространенной причиной разрушения мостов является размыв фундамента вследствие природных катаклизмов. Данная ситуация особенно характерна для сооружений, расположенных в горных районах и на крупных реках.

В результате подмыва накрениются опоры и происходит обрушение одного или нескольких пролетов моста. (рис. 5). Чаще всего причиной является увеличение уровня воды в реке из-за сильных дождей.



Рис. 4. Аварийное разрушение моста на автомобильной дороге



Рис. 5. Аварийное разрушение моста в результате подмыва опоры

На основе рассмотрения основных причин аварийных разрушений мостов можно прийти к заключению, что наиболее частыми являются ошибки на стадии эксплуатации и непредвиденные обстоятельства. Многие причины аварий обусловлены человеческим фактором, следовательно, подобных ситуаций можно избежать. С целью предупреждения и снижения количества подобных ошибок рекомендуется следующее:

- расширенный и объективный сбор наиболее полной информации с выполнением статико-динамических исследований в предполагаемой области деятельности;
- правильная организация трудового процесса;
- совершенствование профессиональной компетенции кадров;
- повышение личной инициативы и ответственности исполнителей и др. [4].



Список литературы

1. Доклад за 2015 год о реализации Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года [Электронный ресурс] Режим доступа: – URL: <https://www.mintrans.ru/documents/7/5472>.
2. ОДМ 218.014-2011. Методика оценки технического состояния мостовых сооружений на автомобильных дорогах [Текст] / Федеральное дорожное агентство (Росавтодор). – М.: 2013. – 80 с.
3. Добромыслов А.Н. Ошибки проектирования строительных конструкций [Текст] / А.Н. Добромыслов. – М.: АСВ, 1973. – 184 с.
4. Кузнецова С.В. Причины аварий мостовых сооружений на территории РФ и стран СНГ [Текст] / С.В. Кузнецова, А.В. Козлов // Журнал «Дороги и мосты». - Российский дорожный научно-исследовательский институт. – 2018. – С. 204-209.
4. Бильченко А.В. Концепция сохранения мостовых сооружений Харькова [Электронный ресурс] / А.В. Бильченко, А.Г. Кислов, О.И. Безбабичева, - Режим доступа: http://dorogimosti.org.ua/files/upload/rr_9.pdf
5. Овчинников И.Г. Аварии и разрушения мостовых сооружений, анализ их причин. [Электронный ресурс]: Часть 2 // И.Г. Овчинников, И.И. Овчинников, И.Ю. Майстренко, А.В. Кокодеев // Интернет-журнал «Транспортные сооружения». - 2017. -Том 4, №4. – Режим доступа: <https://t-s.today/PDF/14TS417.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/14TS417.