

## ХАРАКТЕРНЫЕ ВИДЫ ИСЧЕРПАНИЯ РЕСУРСА БАЛОЧНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ И СРОКИ СЛУЖБЫ ЭЛЕМЕНТОВ МОСТОВ

Пастушков В.Г.

Техническое состояние эксплуатируемых мостовых сооружений с течением времени ухудшается. Поэтому необходима разработка таких критериев, с помощью которых можно ответить на следующие вопросы:

- Насколько изменяется техническое состояние сооружения с течением времени?

- Как скоро понадобится ремонт элементов моста или его реконструкция?

- На какой срок дальнейшей безаварийной работы мостового сооружения можно рассчитывать?

Игнорирование или не учет накопленного опыта проектирования и особенностей эксплуатации железобетонных пролетных строений неминуемо приводит к появлению хорошо известных дефектов и повреждений.

Опыт эксплуатации железобетонных конструкций мостовых сооружений показывает, что их надежность и долговечность зависят от большого количества случайных факторов, изменяющихся во времени [1].

При обследовании мостов должны быть отмечены и оценены по их значимости имеющиеся неисправности:

- недоделки – незаконченные в соответствии с требованиями проекта работы, подлежащие выполнению;

- дефекты – явные нарушения требований проекта и норм, сказывающиеся на состоянии сооружения;

- повреждения конструкций в результате механических и климатических воздействий (коррозии), приводящих к их старению.

Дефекты принято разделять по стадиям создания конструкции: дефекты изготовления; дефекты транспортирования и монтажа. Повреждения принято разделять в зависимости от причин их возникновения: повреждения от действия нагрузок; повреждения от агрессивных воздействий; повреждения от температурных воздействий и т.п.

В балочной мостовой конструкции бетон отдельных элементов может работать в разных условиях. Особенно в трудных условиях работают слои одежды ездового полотна и плита проезжей части. Бетон плиты подвержен комбинациям сложных силовых воздействий и агрессии воды и солей, проникающих к плите сквозь ненадежную изоляцию.

В процессе строительства и эксплуатации в мостовых сооружениях накапливаются различные дефекты и повреждения, влияющие на их несущую способность и долговечность, однако наиболее уязвимыми к повреждениям являются конструктивные слои проезжей части.

Результаты многолетних исследований показывают, что наиболее распространенными дефектами и повреждениями являются [2,3,4]:

- разрушение мостового полотна (более 60-70 %);

- разрушение бетона барьерного ограждения (70-80%);

- разрушение деформационных швов (60-80%);

- разрушение стыковых соединений – диафрагм, стыков Передерия и др.;
- разрушение железобетонной плиты проезжей части (60-65 %);
- трещины в элементах пролетного строения и опор - силовые, осадочные, технологические (30-35%);
- сколы и раковины в элементах железобетонных конструкций (50-55%);
- недостаточная толщина защитного слоя арматуры (50 %);
- коррозия арматуры элементов пролетного строения из-за отсутствия защитного слоя бетона (65-70 %).

Нормативного документа для установления срока службы элементов мостов в настоящее время в РБ нет, поэтому в таблице 1 приведены ориентировочные значения на основе данных обследований Республики Беларусь, России и Украины.

Таблица 1 – Срок службы элементов мостов

Элементы мостового сооружения	Сроки службы, годы
Покрытие проезжей части	6-7
Гидроизоляция	7-10
Деформационные швы	5-10
Монолитные железобетонные пролетные строения	80
Сборные железобетонные пролетные строения	60
Массивные опоры	100
Опоры из сборного железобетона	60-70
Свайные фундаменты	50-60
Фундаменты всех типов	100
Металлическое перильное ограждение	30
Железобетонное перильное ограждение	25
Резиновые опорные части	25
Металлические опорные части	40

Наиболее долговечными являются фундаменты, срок службы которых не менее 100 лет. Железобетонные пролетные строения имеют срок службы около 40 лет при отсутствии ремонтных работ и 70 лет - при систематическом проведении ремонтных работ. Срок службы элементов проезжей части составляет 5 - 15 лет, и во время эксплуатации их приходится менять несколько раз.

В соответствии с рекомендациями проекта норм Беларуси на проектирование мостов и труб установлены минимальные сроки службы и периоды между капитальными ремонтами и реконструкциями частей мостов и труб (таблица 2).

Введение в нормативные документы требований по проектным срокам службы элементов мостов вызывает необходимость выполнения соответствующих расчетов по их долговечности.

Ресурс балочных железобетонных пролетных строений мостов может быть исчерпан в различных сечениях и зонах бетона и арматуры и по разным причинам.

Срок службы зависит от многочисленных факторов – воздействия среды и нагрузок, характера накопления повреждений в самой конструкции и др.

Вероятно, статистический анализ невозможен без прогноза срока службы в детерминированной форме. Вероятностный анализ позволяет дать оценку степени достоверности полученного результата.

Таблица 2 – Минимальные сроки службы и периоды между капитальными ремонтами и реконструкциями частей мостов

№ п/п	Наименование частей и конструкций сооружений	Долговечность, лет	Периоды между капитальными ремонтами, лет
1	Покрытие проезжей части мостов на республиканских автомобильных дорогах и в городах	7	-
2	Покрытие проезжей части мостов на местных автомобильных дорогах, в сельских населенных пунктах	10	-
3	Гидроизоляция проезжей части мостов	15	-
4	Конструкции железобетонных и стальных пролетных строений	100	30-50
5	Деревянные пролетные строения и опоры	25	10-15
6	Резиновые опорные части	25	-
7	Прочие опорные части	Как для пролетных строений	Как для пролетных строений
8	Железобетонные и металлические опоры и фундаменты	Вдвое больше, чем пролетных строений	Вдвое больше, чем пролетных строений
9	Эксплуатационные устройства	50	15-25

С ростом технической оснащенности специалистов по обследованию сооружений выявлять повреждения в сооружениях становится проще, однако после этого требуется правильная оценка состояния сооружений, которая определяет тактику проведения ремонтных мероприятий. Требуется правильное определение изменения напряженно-деформированного состояния с течением времени сложных пространственных систем, остаточного ресурса элементов пролетных строений и опор и, в случае необходимости, восстановление либо усиление сооружения.

Грузоподъемность пролетного строения или его отдельного несущего элемента определяется как предельная вертикальная подвижная нагрузка, размещаемая на ездовом полотне пролетного строения, которую можно допустить, не нарушая условий прочности, жесткости и трещиностойкости, соответствующих достижению предельных состояний I-й или II-й группы [5].

Класс грузоподъемности каждой группы несущих элементов пролетного строения определяется классом грузоподъемности наиболее слабого элемента этой группы, а всего пролетного строения в целом – классом грузоподъемности наиболее слабой группы или наиболее слабого несущего элемента.

Процедура определения грузоподъемности является важнейшей составной частью комплекса работ, называемого обследованием, в результате которого определяются не только параметры грузоподъемности, но также дается оценка долговечности, разрабатываются рекомендации по режиму пропуска нагрузок, ремонту и, при необходимости, усилению и реконструкции

Разработка метода расчета железобетонных конструкций с учетом фактора времени является дальнейшим развитием метода расчета конструкций по предельным состояниям. В общем случае функции сопротивления  $R(t)$  и усилия  $S(t)$  для конструктивных элементов описывают случайные процессы и изменяются во времени. Ресурс вычисляется с учетом изменения прочностных характеристик элементов составного сечения, деформационных свойств бетона и арматуры, образования поперечных трещин, нарушения связей между элементами пролетного строения и др. [6].

Компьютерные технологии позволяют более глубоко проводить научные исследования, полнее учитывать в расчетах физические свойства материалов, взаимодействие элементов пролетного строения, условия работы и характер деформирования элементов.

**Заключение.** 1. Опыт эксплуатации железобетонных конструкций мостовых сооружений показывает, что их надежность и долговечность зависят от большого количества случайных факторов, изменяющихся во времени.

2. Многочисленные обследования мостовых сооружений, проведенные в России, Украине и Беларуси, позволяют с достаточной точностью назначить сроки службы элементов мостов и рекомендовать их для внесения в нормативные документы.

3. В настоящее время наиболее актуальным для Республики Беларусь является не строительство новых, а обновление путем реконструкции эксплуатируемых мостов.

4. Остаточный ресурс и прогнозирование долговечности железобетонных мостов вычисляются с учетом изменения прочностных характеристик и деформационных свойств бетона и арматуры с течением времени, образования трещин в элементах пролетного строения и др.

#### Список цитированных источников

1. Бондаренко, В.М. Надежность строительных конструкций и мостов / В.М. Бондаренко, Л.И. Иосилевский, В.П. Чирков, – М.: Российская академия архитектуры и строительных наук, 1996. – 220 с.

2. Диагностика транспортных сооружений: учеб. пособие для вузов / И.Г. Овчинников [и др.]; под общ. ред. И.Г. Овчинникова - Саратов: Саратов гос. техн. ун-т, 1999. – 184 с.

3. Мости: конструкції та напінність / Й.Й. Лучко [и др.]; под общ. ред. В.В. Панасюка и Й.Й. Лучко – Львів: Каменяр, 2005 – 989 с.

4. Пастушков, В.Г. Дефекты и повреждения конструкции проезжей части мостов и оценка их влияния на долговечность сооружения / В.Г. Пастушков // Перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовке инженерных кадров Республики Беларусь: сб. трудов XII Республиканского научно-технического семинара - Могилев, 2005. – С. 349–354.

5. П2-2000 к СНиП 3.06.07-86: Определение грузоподъемности железобетонных и сталежелезобетонных балочных пролетных строений автодорожных мостов / Комитет по автомобильным дорогам при Министерстве транспорта и коммуникаций Республики Беларусь – Минск: РУП «БелдорНИИ», 2000 – 296 с.

6. Пастушков, В.Г. Оценка изменения напряженно-деформированного состояния конструкции проезжей части мостовых сооружений с учетом фактора времени / В.Г. Пастушков // Вестник академии архитектуры. – 2006. – № 1, – С. 33–38.

УДК 624.012

### К РАСЧЕТУ ПРОЧНОСТИ НОРМАЛЬНЫХ СЕЧЕНИЙ ИЗГИБАЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Семенюк С. Д., Болошенко Ю. Г.

**Введение.** В соответствии с СНБ 5.03.01-02 [1] существуют две основные методики расчета нормальных сечений железобетонных элементов: альтернативная модель и деформационная модель.

Альтернативная модель расчета железобетонных конструкций по прочности сечений, нормальных к продольной оси, производится по предельным усилиям с использованием уравнения равновесия всех продольных сил, действующих в рассматриваемом сечении конструкции, и уравнений равновесия моментов относительно выбранных осей при расчетных сопротивлениях материалов. При этом эпюра напряжений принимается в виде прямоугольника (рисунок 1, а) [1].