**Вероятностный расчет железобетонных пролетных строений**

***Чередник Андрей Романович***

***Колчева Дарья Викторовна***

*Студенты*

*Сибирский государственный университет путей сообщения,
факультет Мосты и тоннели, Новосибирск, Россия*

*E–mail: Cherednik\_and@mail.ru*

*E–mail:* *Daria.kolcheva0307@icloud.com*

*Научный руководитель старший преподаватель кафедры мосты Н.В. Молокова*

Никогда не известно точно, каковы будут величины постоянных и временных нагрузок, действующих на конструкцию в период эксплуатации. Нельзя гарантировать со стопроцентной уверенностью прочность конструкционных материалов, соответствие фактических геометрических размеров проектным. Несомненно, свою долю неопределенностей вносит несовершенство используемых в расчетах математических моделей, различные предположения и допущения. Но природа всех явлений и процессов, начиная от изготовления пролетного строения до работы его под нагрузками в эксплуатации такова, что приходится иметь дело со случайными величинами и законами их распределения.

В расчетах по предельным состояниям, применяемых при проектировании новых пролетных строений и при определении грузоподъемности эксплуатируемых конструкций используются коэффициенты надежности, с помощью которых учитываются (с определенной обеспеченностью) возможные отклонения действительных значений параметров.

Надежность конструкции. Показатели надежности

Надежность характеризуется показателями безотказности, долговечности, ремонтопригодности и сохраняемости.

Как видно, все характеристики взаимосвязаны. В их основе лежит понятие отказа, то есть события, переводящего конструкцию в неработоспособное или ограниченно работоспособной состояние. Определяя круг возможных отказов, эксплуатируемых железобетонных пролетных строений, представляется целесообразным отождествить отказы с наступлением предельных состояний 1-ой и 2-ой группы.

***Теория вероятностного расчета***

Все процессы, происходящие с пролетным строением в период эксплуатации, могут быть описаны случайными функциями, аргументом которых, как правило, является время. В фиксированный момент времени эти случайные функции представляют собой плотности вероятностей (функции распределения) соответствующих случайных величин. В общем виде, случайные величины и их функции, определяющие состояние пролетного строения, можно разделить на два класса – внешние нагрузки и воздействия и параметры конструкции, характеризующие ее сопротивление внешней нагрузке.

Получается, что нарушение работоспособности пролетного строения произойдет в том случае, когда параметры, описывающие его состояние, будут находиться в недопустимой области (область пересечения функций внешнего воздействия и сопротивления конструкции рис.1).



*Рисунок 1 – Случайные процессы изменения нагрузки S и прочности конструкции R*

Разность функций и также является случайной функцией, физический смысл которой – запас надежности конструкции. Тогда, для оценки безотказности конструкции в момент времени *t*, можно получить выражение для плотности вероятности запаса надежности:

 (1)

где и – плотности вероятности соответственно внешней нагрузки и прочности пролетного строения, определенные на момент времени *t*.

Вероятность безотказной работы *р* конструкции может быть определена как:

 (2)

То есть, задача сводится к определению площади области отрицательных значений запаса надежности (рис. 2).



*Рисунок 2 – Плотность распределения запаса надежности пролетного строения*

Таким образом, для определения вероятности безотказной работы пролетного строения требуется:

* знать перечень влияющих случайных параметров, их законы распределения и статистические связи между ними;
* установить связь параметров внешней нагрузки с внутренними усилиями, напряжениями;
* определить прочность конструкции, используя критерии наступления предельных состояний;

- оперируя функциями плотности распределения *pS* и *pR*, определить плотность вероятности запаса надежности и вычислить значение выражения.

***Пример расчета***

Требуется определить надежность плиты балластного корыта железобетонного пролетного строения против разрушения в корне внешней консоли от действия изгибающего момента. Предполагается, что геометрические размеры сооружения и его конструктивные параметры известны по результатам обследования.

Определим математическое ожидание и стандартное отклонение изгибающего момента в корне консоли ; несущего момента расчетного сечения .

Математическое ожидание и стандартное отклонение запаса надежности плиты соответственно равны и .

Значение выражения для вероятности безотказной работы можно вычислить с помощью интеграла Лапласа:

 (3)

Далее найдем вероятность безотказной работы конструкции из выражения (2).

***Вывод***

Изложенная выше методика, определяет базовый подход к оценке безотказности железобетонных пролетных строений. Она позволяет вычислить абсолютное значение вероятности безотказной работы пролетного строения против возникновения отказов, связанных с наступлением предельных состояний 1-ой и 2-ой группы.

Однако для практических целей абсолютного значения вероятности безотказности недостаточно. Необходимо, чтобы были установлены нормативные величины допускаемых вероятностей отказов, обоснованные анализом их последствий. Применяя этот метод появляется проблема обоснованности и представительности исходных данных, решить которую возможно с помощью специальных информационно-аналитических систем. Также имеет смыл обратить внимание на уточнение расчетных моделей, методов определения внутренних усилий, напряжений, формулировок отказов.

***Литература***

1. ГОСТ 26633-91 (СТ СЭВ 1406-78) Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия.

2. ГОСТ 5781-82 Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. Технические условия.

3. Основы теории проектирования строительных конструкций, Железобетонные конструкции: Учебное пособие для вузов ж.д. трансп./В.П. Чирков, В.И. Клюкин, В.С. Федоров, Я.И. Шведкко; под ред. В.П. Чиркова – М.: 1999. – 376 с.

4. Иосилевский Л.И. Практические методы управления надёжностью железобетонных мостов, - М.: Науч.-изд. центр “Инженер”, 1999. – 295 с.

5. СНиП 2.05.03-84\*. Мосты и трубы / Минстрой России. – М:ГПЦПП, 1996. – 214 с.

6. Широков Ю.М., Яшнов А.М. Грузоподъемность железобетонных пролетных строений Забайкальской железной дороги/ Вопросы надежности и долговечности искусственных сооружений железнодорожного транспорта. – Новосибирск.: НИИЖТ, 1990, с. 11-15.