

**Бузун М.А., Шаповалов С.М.**  
*Белгородский государственный технологический  
университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород*

## **ВЕРОЯТНОСТНЫЕ МЕТОДЫ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА И РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ**

В настоящее время актуальной является проблема разработки методов выбора рациональных технологических решений при капитальном ремонте и реконструкции жилых зданий.

В последние годы на смену экстенсивным методам воспроизводства жилищного фонда все активнее проходят методы интенсивнее – ремонт и реконструкция жилых зданий. Тем самым мы можем увидеть, что единовременные затраты на капитальный ремонт и реконструкцию меньше единовременных затрат на новое строительство. Историческая и архитектурная ценность многих городов требует ее сохранения. Необходимо провести мероприятия по повышению долговечности зданий, повышению комфортабельности проживания в здании.

Капитальный ремонт и реконструкция жилых зданий выполняется в соответствии с техническими и организационно-технологическими решениями. Основное требование к любым зданиям и сооружениям – безопасность жизнедеятельности. Прежде всего - это обеспечение безотказности (работоспособности) элементов и всего здания или сооружения в целом в течение требуемого срока службы, или, по-другому – надежности.

Теория надежности систем, одну из ветвей которой составляет молодая теория надежности строительных систем, базируется на вероятностных подходах. Эта характеристика обладает свойствами случайных величин и, следовательно, возможно использование подходов теории надежности для моделирования отказов или безотказности работы строительных элементов. Основная задача теории надежности состоит в выявлении и математическом описании закона распределения наработки до отказа. Для этого используют опытные данные, полученные при испытаниях изделий, образцов, сведения об аналогах, эксплуатационные наблюдения или теоретические предпосылки. Причины отказов делятся на случайные и систематические. Случайные причины – влияние дефектов материалов, погрешностей изготовления, ошибок проектирования, не обнаруженных контролем. Систематические причины – это закономерные явления, вызывающие постепенное накопление повреждений, износ, ползучесть, усадка. По причинам возникновения отказы можно подразделить на конструкционные, вызванные

недостатками конструкции, технологические, вызванные несовершенством или нарушением технологии, и эксплуатационные, вызванные неправильной эксплуатацией. В теории надежности закон служит для описания износовых отказов, отказов вследствие накопления повреждений, наработки системы с резервными элементами, распределения времени восстановления.

Подразумевают два вида морального износа: 1-й вид связан с прогрессом в технологии возведения зданий и связанной этим удешевлением стоимости – М1.

Второй вид морального износа связан с ростом со временем потребностей возникшее несоответствие этим потребностям называют моральным износом М2 помещений, квартир, здания. Например, с появлением стиральных машин, габаритных холодильников, кухонных комбайнов стала недостаточной площадь кухни, прихожих, количества комнат. Величина морального износа М2 равна затратам на его устранение.

#### Физический износ.

С течением времени в конструктивных элементах здания накапливаются дефекты и повреждения от влияния нагрузок и воздействия окружающей среды. Дефектами называем любые несоответствия нормативным документам. Повреждениями – любые нарушения сплошности структуры. Совокупное влияние дефектов и повреждений вызывает неблагоприятное изменение (снижение) эксплуатационных свойств здания (несущей способности, срока службы, сопротивляемости теплопередаче, звукоизоляции, внешнего эстетического вида фасадов, водонепроницаемости и т.д.).

Эти события называют физическим износом. Оценкой и учетом физического износа зданий и сооружений занимаются специальные «Бюро технической инвентаризации». Эти организации составляют на каждое здание технический паспорт с описанием конструктивных элементов здания и его параметров (объема, жилой площади с указанием планов этажей здания и земельных участков, для каждой конструкции здания указывается физический износ на определенное время). Физический износ устанавливают визуально, пользуясь нормативным документом «ВСН 53-86(р)», называемым «Правила оценки физического износа жилых зданий». К нему приложены таблицы для конструкций с описанием дефектов и повреждений и соответствующих этим описаниям процентов физического износа конструкции. Величина процента физического износа – это стоимость ремонта в процентах от стоимости здания, построенного в данное время (называют последнюю восстановительной стоимостью).

По вопросу развития методов расчета существует две точки зрения. С одной стороны, полувероятностный подход позволяет не только гарантировать безопасность и эксплуатационную пригодность конструкции, но и допускает при необходимости совершенствование норм проектирования путем уточнения и дифференциации коэффициентов надежности. С другой стороны, поскольку метод предельных состояний основан на полувероятностном подходе, а теория надежности значительно продвинулась вперед, поэтому для решения задачи надежности целесообразно перейти к принципиально новой методике проектирования.

Существует детеминированный метод предельных состояний, но он не дает конкретного ответа о надежности конструкций, а также не позволяет оценить и спроектировать с заданным уровнем надежности.

Совершенствование методов требует очень большого и широко привлечения методов теории вероятностей и надежности. С существующими и действующими нормами допускается также производить расчет по заданному значению надежности вероятностными методами. Разработка таких методов – актуальная задача.

В зависимости от требований действующих нормативно-правовых документов, основываясь на опыте ведения работ по капитальному ремонту, предложено две стратегии реализации технической политики. Выбор варианта определяется индивидуальными техническими характеристиками конструктивных элементов того или иного вида многоквартирного дома, учетом износа его основных конструкций и оборудования, соответствием требованиям энергоэффективности и объемом финансовых средств.

Стратегия № 1 «Экономный вариант» направлена на поддержание здания в состоянии, пригодном для дальнейшей нормальной эксплуатации, и предполагает выборочный капитальный ремонт по отдельным видам работ.

Стратегия № 2 «Прагматичный вариант» нацелена на снижение физического и морального износа многоквартирных домов, повышение эксплуатационных характеристик зданий и улучшение условий проживания граждан. В результате реализации данной стратегии по каждому объекту капитального ремонта производится замена изношенных материалов и конструкций на эффективные современные.

Из двух стратегий наиболее рациональной является вторая, получившая название «Прагматичный вариант». По прагматичному варианту жители получают значительный объем услуг по

капитальному ремонту, а ЖКХ - средний показатель по объемам затрат. Срок службы здания до следующего капитального ремонта при этом увеличивается, а, следовательно, окупаемость произведенных затрат ожидается более эффективной.

Ключевое понятие теории надежности — это понятие отказа, измеряемое, соответственно, интервальным показателем  $Q(t)$  = вероятность того, что изделие откажет к моменту времени  $t$ . Соответственно, вероятность безотказной работы (ВБР, в английской терминологии «reliability»):  $P(t)$  = вероятность того, что изделие проработает без отказа от момента  $t_0=0$  до момента времени  $t$ . По определению, в момент  $t_0=0$  изделие находится в работоспособном состоянии, т.е.  $Q(0)=0$ , а  $P(0)=1$ .

Оба параметра — это интервальные характеристики отказоустойчивости, т.к. речь идет о вероятности отказа (или наоборот, безотказной работы) на интервале  $(0,t)$ . Если отказ рассматривать, как случайное событие, то, очевидно, что  $Q(t)$  — это, по определению, его функция распределения. А точечную характеристику можно определить, как  $p(t)=dQ(t)/dt$  = плотность вероятности, т.е. значение  $p(t)dt$  равно вероятности, что отказ произойдет в малой окрестности  $dt$  момента времени  $t$ .

И, наконец, самая важная (с практической точки зрения) характеристика:  $\lambda(t)=p(t)/P(t)$ =интенсивность отказов. Это условная плотность вероятности, т.е. плотность вероятности возникновения отказа в момент времени  $t$  при условии, что до этого рассматриваемого момента времени  $t$  изделие работало безотказно.

Длительный опыт применения методов расчета предельным состояниям и двух моментов показал, что вероятностной основой обобщенного коэффициента запаса может быть нормальный закон распределения, достоинством которого является обстоятельство, что линейные комбинации случайных величин, имеют нормальный закон распределения. К нормальному закону стремится сумма независимых случайных величин.

Надежность конструкций при расчете по методу предельных состояний определяется условной обеспеченностью расчетных значений исходных данных, установленных нормами, и не зависит от их вероятной значимости в действительности.

Для расчета надежности можно использовать метод двух моментов. Альтернативным методом расчета по заданному уровню надежности может быть более простой метод случайного коэффициента запаса. Общий коэффициент запаса вероятностных методов расчета в отличие от аналогичного коэффициента

классического метода расчета по допускаемым напряжениям является одним из основных показателей надежности и определяется в зависимости от изменчивости расчетных параметров.

Для вероятностного расчета исключается необходимость нормирования расчетных значений параметров.

Вероятность безотказной работы — это вероятность того, что в пределах заданной наработки или заданном интервале времени отказ объекта не возникает. Вероятность безотказной работы обратна вероятности отказа и вместе с интенсивностью отказов определяет безотказность объекта. Показатель вероятности безотказной работы определяется статистической оценкой.

### *Литература:*

1. Леликов О.П. Тема 2. Основные понятия и показатели надежности // Основы расчета и проектирования деталей и узлов машин. Конспект лекций по курсу "Детали машин". — М.: Машиностроение, 2002. — С. 8-9. — 440 с.
2. Попов В.П., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Технология и организация строительного производства», ФГБОУ ВО «Самарский государственный архитектурно-строительный университет», г. Самара
3. ГОСТ Р 54257-210. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения и требования. — М.: Стандартинформ, 2011. — 20 с.
4. Райзер В.Д. теория надежности и сооружений / В.Д. Райзер. — М.: Изд-во АСВ, 2010. — 384 с.
5. Болотин В.В. Методы теории вероятностей и теории надежности в расчетах сооружений / В.В. Болотин. — М.: Стройиздат, 1981. — 351 с.
6. Знаменский, Е.М. О расчете конструкций с заданным уровнем надежности / Е.М. Знаменский, Ю.Д. Сухов. — Строительная механика и расчет сооружений. — 1987. - №2. — 7-9 с.

**Бузун М.А., Шамаева О.П.**

*Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород*

### **РАЗВИТИЕ ПОСРЕДНИЧЕСТВА В СФЕРЕ ТРУДОУСТРОЙСТВА**

Суть данной деятельности заключается в посредничестве между работодателем и потенциальным сотрудником, причем компания