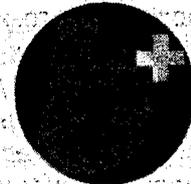




АС'05



АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО – 2005

ARCHITEKTUR UND BAUWESEN – 2005

I. Международный научно-практический семинар

I Internationales wissenschaftlich-praktisches Seminar

ДИАГНОСТИКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ

Жук В.В.¹, Кондратчик А.А.²

Для строительных конструкций из металла, кирпича, железобетона можно определить натуральный показатель физического износа на момент обследования и с достаточной точностью спрогнозировать время проведения, например, капитального ремонта, по остаточному сроку безаварийной эксплуатации. Исключением являются деревянные конструкции, нормативный срок безаварийной эксплуатации которых во многом зависит от условий эксплуатации и тепловлажностного режима, от своевременного и качественного проведения профилактических работ. К этому следует добавить, что конструктивные элементы из древесины частично или полностью скрыты в толще утеплителя или доступ к ним ограничен. Деревянные конструкции могут иметь «здоровый» внешний вид и в то же время быть частично или полностью разрушенными внутри, например, при поражении древесины древоточцами. Процесс разрушения древесины при благоприятных условиях домовыми грибами происходит быстро – в течение одного – двух лет, а по данным [1] – за 3-4 месяца.

В связи с вышеизложенным, проблема эффективной диагностики деревянных конструкций становится особо актуальной и требует от специалистов, выполняющих эти работы, дополнительных знаний в области древесиноведения, умения определять виды домовых грибов и семейств технических вредителей и оценивать их опасность.

Для получения объективной и исчерпывающей информации о физико-механических свойствах древесины и самих конструкциях эксплуатируемых зданий необходимо располагать комплексом методов, позволяющих получить результаты, на основании которых возможно оценить эксплуатационные качества деревянных конструкций и, при необходимости, дать рекомендации по усилению или замене их.

В настоящее время при обследовании деревянных конструкций зданий используют как визуальный метод с применением специальных инструментов и приспособлений, так и неразрушающие методы, позволяющие определить физико-механические свойства материалов конструкций без их разрушения.

Визуальный метод. Визуальный метод оценки состояния деревянных конструкций до настоящего времени преобладает в практике обследования. Визуальному осмотру деревянных конструкций должны предшествовать работы по сбору предварительных данных об обследуемых конструкциях и здания в целом.

¹ Жук Василий Васильевич, кандидат технических наук, доцент кафедры строительных конструкций

² Кондратчик Александр Аркадьевич, кандидат технических наук, профессор кафедры строительных конструкций Брестского государственного технического университета (БГТУ)

В первую очередь необходимо изучить технический паспорт — основной документ, характеризующий состояние здания и отражающий сведения о текущих изменениях, выявленных при ежегодных технических осмотрах, техническое описание конструктивных элементов здания и процент физического износа конструкций на время составления документа.

Здесь часто происходит чисто формальная накладка в понимании документа. Речь идет о документе, составляемом и постоянно пополняемом работниками служб эксплуатации. На деле — это документ, составленный работниками бюро технической инвентаризации, содержащий весьма скудную информацию, которая обновляется только в случае необходимости (продажа, перепланировка и т.д.). Но и эти документы не всегда заполнены полностью. Поэтому следует критически относиться к сведениям, приведенным в техническом паспорте, особенно к разделам, содержащим данные о состоянии основных строительных конструкций, их физическом износе и возможности дальнейшей эксплуатации.

Немаловажную помощь при сборе информации может оказать проектная документация на объект, что позволяет сформировать представление о специфике эксплуатации конструкций, получить данные о конструктивных решениях элементов зданий. На этом этапе анализируется проектная документация и материалы по эксплуатации объекта. К сожалению, в 90 случаях из 100 эти документы отсутствуют. Это свидетельствует не только о прямых недостатках в работе службы эксплуатации, но и о квалификации кадров в этой системе. Мы не только не совершенствуем механизм эксплуатации объекта, но и даже теряем ранее накопленный опыт. Например, для зданий и сооружений, построенных в 50-60 гг., для облегчения технического наблюдения за конструкциями, рекомендовалось в первый год эксплуатации сделать нивелировку узлов нижних поясов конструкций, а в последующие годы эксплуатации повторить эти работы [2]. Требовалось также иметь для обследуемой деревянной конструкции поверочный расчет по действующим на момент постройки нормам, а также обмерные чертежи.

Следующим этапом работ является выполнение планов (стропил, подстропильных конструкций, чердачного перекрытия и т.д.), что позволяет в случае отсутствия проектной документации, иметь информацию для установления геометрических размеров и расчетной схемы обследуемых конструкций, а при наличии проекта установить отклонение конструкции от проектного положения. При выполнении обмерных работ целесообразно фиксировать видимые дефекты в элементах (искривление, трещины и т.д.) и значительные деформации (прогибы, отклонения от вертикальной плоскости и пр.).

Визуальный осмотр деревянных конструкций зданий целесообразно выполнять начиная с элементов крыши (кровля, желоба, ендовы, выдры, водосточные трубы). Это позволяет не только оценить состояние кровли, но и иметь информацию о протечках кровли, конденсации водяных паров и прочих причинах, оказывающих влияние на состояние деревянных конструкций не только элементов крыши, но и на состояние ниже расположенных несущих конструкций чердачного и междуэтажных перекрытий.

При осмотре конструкций устанавливается степень влажности древесины и причины (протекание, конденсация водяных паров и пр.). Особое внимание обращают на помещения и конструкции, расположенные с северной и северо-восточной стороны, на места сопряжения деревянных конструкций с каменными и бетонными конструкциями.

Необходимо провести контрольные вскрытия в наиболее подверженных загниванию местах. Там, где вскрытие провести трудно, следует произвести контрольную проверку древесины с помощью специального бурава, коловорота или электродрели.

Характерными признаками развития грибных поражений являются: сырость и спертость воздуха, характерный грибной запах; зыбкость, проседание и перекосы полов, глухой звук при простукивании древесины, коробление, образование щелей, трещины, цветковые потеки и пятна на оштукатуренных конструкциях, выпучивание и обвал штукатурки; потеря прочности и изменение цвета древесины (бурая, коричневая) и дряблость ее.

Появление в зданиях насекомых, разрушающих древесину, легко определить по крупным вылетным отверстиям и обильно высыпающейся из отверстий бурой муке, по характерному звуку, издаваемому насекомыми, и присутствию значительного числа жуков на окнах.

Если при вскрытии выявилось глубокое поражение несущих конструкций, следует переходить к более углубленному (инструментальному) этапу ведения работ.

Инструментальное обследование. Необходимость проведения углубленной оценки состояния конструкций связано как с наличием дефектов, так и с получением фактических характеристик материалов или условий их эксплуатации. Методы, используемые на данном этапе, можно разделить на разрушающие и неразрушающие. В первом случае это как испытание контрольных образцов, отобранных из конструкций, так и натуральные испытания для получения ответа на вопрос о возможном запасе ее несущей способности.

Неразрушающие методы. В последние годы при обследовании эксплуатируемых зданий находят применение неразрушающие методы. Особая их ценность заключается в том, что необходимые измерения производятся с помощью различных приборов и приспособлений, без всякого снижения прочности конструкций и без нарушения отделки помещения. Эти методы и приборы применяются не только для контроля качества материалов и конструкций при обследовании зданий, но и для операций в технологических потоках производства изделий. Для оценки качества деревянных конструкций наибольший интерес представляют два взаимодополняющих метода – импедансный и акустической эмиссии (АЭ). Первый метод позволяет выявить дефекты в наружных слоях массивных элементов и в плитных материалах, второй метод дает возможность оценивать качество материалов и конструкций и изучать динамику накопления повреждений в них. Для оценки качества плитных материалов импедансным методом используются дефектоскопы, например, АД-60С или АД-42И. Излучающий вибратор преобразователя дефектоскопа возбуждает в контролируемом изделии затухающие импульсы упругих колебаний, которые принимаются приемным вибратором. Увеличение амплитуды принятого сигнала служит признаком наличия дефекта и может быть оценено количественно по шкале прибора. При этом проводятся подготовительные работы в части изготовления контрольных образцов с дефектом, сравнительного испытания их неразрушающим методом (измерение площади дефекта и величины сигнала дефектоскопа) и разрушающим методом, определяя прочностные характеристики материала. Обработка полученных данных позволяет получить связь между показаниями неразрушающего контроля и результатами разрушающих испытаний.

Для исследования процессов накопления повреждений и контроля качества методом акустической эмиссии используется портативный специализированный прибор НИ-1, прибор АФ-25 и комплект акустико-эмиссионной аппаратуры для многофункциональных исследований. На подготовленный к испытаниям образец или конструкцию устанавливают пьезодатчик, который через предусилитель присоединяется к прибору. Затем по мере нагружения, снимают параметры АЭ. Как и для первого метода, требуются подготовительные работы для установления связи между величиной суммарного счета АЭ и нагрузкой.

Методы неразрушаемого контроля деревянных конструкций требуют наличия данных по испытаниям контрольных образцов, что увеличивает трудоемкость проведения испытаний и специализированной аппаратуры. Следует учесть, что порода древесины, наличие пороков, схема приложения нагрузки и температурно-влажностные условия влияют на взаимосвязь между суммарным счетом АЭ и нагрузкой.

Метод акустической эмиссии нашел применение пока в единичных случаях при проведении обследований зданий, имеющих историческую ценность, и для выявления конструктивных недостатков и отработки технологического процесса производства новых несущих конструкций из древесины [3].

Оценка несущей способности конструкций. Базовой основой оценки несущих и ограждающих конструкций из древесины с целью рекомендаций о дальнейшей эксплуатации, а при необходимости и разработки проекта реконструкции здания является раздел заключения о техническом состоянии – оценка фактической прочности и жесткости эксплуатируемых конструкций на основе поверочных расчетов с учетом действующих строительных норм проектирования.

При выполнении поверочных расчетов определяющую роль имеет значение прочностных характеристик древесины эксплуатируемых длительное время конструкций.

С учетом того, что в действующих нормах проектирования (СНБ 5.05.01-2000), расчетные сопротивления древесины определены для срока службы конструкций, равных 50 годам, за пределами установленного срока предлагается значения нормируемых величин корректировать с учетом временного фактора.

Для изучения достоверных данных о прочности древесины проводятся лабораторные исследования стандартных образцов, изготовленных из заготовок, вырезанных из незагруженных частей нескольких эксплуатируемых конструкций; выбранных случайным методом. Как правило, проводятся наиболее простые испытания образцов на сжатие вдоль волокон по ГОСТ 16483.10-73*.

Необходимое количество стандартных образцов для испытаний может быть определено по формуле ГОСТ 16482.10-83; при этом их число должно быть не менее 20

$$n_{\text{тр}} = \frac{V^2 \cdot t_p^2}{\Delta_p^2}, \quad (1)$$

где $V = 13\%$ — коэффициент вариации для сжатия древесины вдоль волокон;

$t_p = 2,58$ — квантиль распределения Стьюдента при доверительной вероятности $P = 0,99$;

$\Delta_p = 5\%$ — показатель точности при $P = 0,95$.

Необходимое число выбранных для отбора образцов конструкций определяется из условий их безотказной работы на интервале нагрузок от 0 до контрольной $N_k = K_b \cdot N_n$ по формуле:

$$m = \frac{\ln(1-\gamma)}{K_b \cdot \ln P_r}, \quad (2)$$

где $K_b = 2,3$ — среднее для пластического и хрупкого разрушения древесины значение коэффициента безопасности деревянных конструкций;

N_n — расчётная несущая способность конструкции;

$P_r = 0,9$ — требуемый уровень вероятности безотказной работы;

$\gamma = 0,9$ — заданное значение доверительной вероятности.

Фактические расчётные прочностные характеристики древесины определяют по методике, изложенной в [4, 5].

По нашему мнению и с учётом накопленных экспериментальных данных по испытанию образцов [6,7], изготовленных из заготовок, вырезанных из древесины строительных конструкций, эксплуатируемых от 45 до 100 лет, при выполнении поверочных расчётов конструкций из цельной древесины можно использовать расчётные сопротивления, приведенные в СНБ 5.05.01-2000. Согласно данным работы [6] снижение прочности древесины для нормальных температурно-влажностных условий эксплуатации составляет 6,36 %, а по данным работы [8] после 25-30 лет эксплуатации зданий прочность древесины даже повышается на 5 %.

Для конструкций, эксплуатируемых в химически агрессивной среде, и для клееных конструкций необходимо определять фактическое расчётное сопротивление древесины, так как снижение прочности, согласно [6] составляет 20-44 %.

Согласно СНБ 5.05.01-2000 расчёт деревянных конструкций по второй группе предельных состояний выполняется с использованием кратковременного модуля упругости древесины, определяемого на стандартных образцах по ГОСТ 16483.9-73. В условиях длительной эксплуатации это приводит к занижению расчётных прогибов конструкций.

В работах [10, 11] предлагается при поверочных расчётах использовать величину длительного модуля упругости древесины при изгибе, в зависимости от влажности, в пределах 0,52 – 0,69 от величины кратковременного модуля упругости.

Результаты детального инженерного обследования позволяют оценить техническое состояние конструкций, определить причины появления дефектов и повреждений и их влияние на несущую способность и, как следствие, определить категорию технического состояния с использованием рекомендаций [12].

Поверочные расчёты остаточной несущей способности конструкций с учётом фактических размеров сечения, прочностных характеристик материалов, выявленных дефектов и повреждений позволяют оценить несущую способность и пригодность к дальнейшей эксплуатации, а в случае неудовлетворительного состояния выбрать эффективные способы усиления.

ЛИТЕРАТУРА

1. -Голосовкер И.Я. Борьба с гниением древесины в зданиях и сооружениях. Архангельское областное государственное издательство, 1951. – 48 с.
2. Иванов В.Ф. Деревянные конструкции. – Л – М.: Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре, 1956. – 317с.
3. Ковальчук Л.М., Гурин О.В. Применение метода акустической эмиссии в испытании металлодеревянной фермы пролётом 18м./ Изв. вузов. Строительство. - 1992, - № 5,6. - с. 140-141.
4. Пособие по проектированию деревянных конструкций (к СНиП II-25-80)/ ЦНИИСК им. Кучеренко. – М.: Стройиздат, 1986. – 216с.
5. Калугин А.В. Деревянные конструкции. Учеб. Пособие (конспект лекций). – М.: Издательство АСВ, 2003. – 224с.
6. Цапаев В.А. О закономерностях изменения показателей прочности древесины длительно эксплуатируемых конструкций зданий// Промышленное и гражданское строительство. – 2003. - №1. - с.48-49.
7. Цапаев В.А. Оценка прочности древесины при реконструкции эксплуатируемых зданий// Жилищное строительство. - 2001. - №3. - с. 11-13.
8. Кескюла Т. Эффективность применения деревянных конструкций в сельскохозяйственных зданиях. – М.: Стройиздат, 1984. – 48 с.
9. Иванов Ю.М. К методике определения деформаций деревянных конструкций в покрытиях зданий// Изд. вузов. Строительство и архитектура. 1990. №6 с. 107-109.
10. Цапаев В.А. Оценка модуля упругости древесины конструкций// Жилищное строительство. – 2003. - №2. - с. 11-13.
11. Цапаев В.А. Учет температурно-влажностного состояния древесины в поверочных расчетах эксплуатируемых конструкций покрытия неотапливаемых чердачных помещений// Промышленное и гражданское строительство. -2001. - №12.-с. 30-31.
12. СНБ 1.04.01-04 Здания и сооружения. Основные требования к техническому состоянию и обслуживанию строительных конструкций и инженерных систем, оценки их пригодности к эксплуатации. - Мн.: Минстройархитектуры РБ, 2004. – 20с.