

УДК 620.1,699.8

**И. Г. Федосенко**, кандидат технических наук, старший преподаватель (БГТУ)

## ИДЕНТИФИКАЦИЯ ДЕГРАДИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ ПО СТЕПЕНИ РАЗРУШЕНИЯ

В статье рассмотрены и проанализированы основные способы идентификации степени разрушения древесины, которые применяются в мировой практике при обследовании деревянных объектов, а также планирования мероприятий по их защите и восстановлению.

In the article and the analysis of the main methods for identifying the degree of destruction of wood, which are used in the world of wooden objects in the survey, as well as planning for their protection and restoration.

**Введение.** Определение состояния древесины крайне необходимо для планирования реставрационных мероприятий. Степень разрушения древесины оценивается прямыми и косвенными методами по основным показателям ее свойств, при этом используются, соответственно, разрушающие и неразрушающие методы контроля. При исследовании состояния культурных ценностей в большинстве случаев применяют последние. Однако из-за неконтролируемых влияний эти методы рекомендуются лишь для предварительного определения наиболее слабого места конструкций с целью отбора отсюда проб для прямых методов.

Свойства, определяемые при оценке степени разрушения древесины, подразделяют на группы: физические, механические и химические. В качестве физических используют: базисную плотность, пористость, максимальное водосодержание и усушку. Механические свойства подразделяют на прочность, твердость и упругость. Химические свойства оценивают по содержанию основных компонентов древесины, таких как гемицеллюлоза, целлюлоза и лигнин.

**Основная часть.** К сожалению, до сегодняшнего дня нет единого критерия, характеризующего степень разрушения древесины, т. к. разные ученые оценивают ее по своему.

Де-Джонг [1], основываясь на максимальном водосодержании древесины, выделяет 3 класса ее разрушения. Главными недостатками этой классификации являются: 1) неприменимость для сухой деградированной древесины; 2) определение влагосодержания на образцах заданных размеров, но в расчет не принимается ни порода, ни пористость, приобретенная в ходе старения.

Другой ученый, Вермут [2], выделил 4 уровня разрушения, в зависимости от степени биоповреждения и прочности древесины. Основными недостатками классификации являются:

1) упрощение картины разрушения древесины (не учтено влияние гидролиза и других факторов); 2) не установлен конкретный критериальный показатель прочности.

С. Н. Горшин предложил выделять 5 типов разрушенной древесины [3], оцененных по внешнему виду поверхности. Оценивание состояния по внешнему виду является субъективным методом, следовательно, предложенный метод неточен.

На основании факта снижения плотности при разрушении [4] предложено определять степень разрушения древесины по отношению разницы базисной плотности между здоровой и деградированной древесиной к базисной плотности деградированной древесины. При выражении этого показателя в процентах выделено 4 группы разрушения древесины. Классификация характеризует разрушения древесины под действием всех факторов. Тем не менее плотность зависит от породы и размеров образцов, а также содержания в деградированной древесине внутренних трещин и пустот (наличие которых не предполагается при определении базисной плотности стандартным методом по ГОСТ 16483.1-84), что снижает точность при определении степени разрушения по этому методу.

Показатели степени разрушения материалов могут быть определены механическими, электрическими, оптическими, акустическими, термографическими, рентгенологическими, атомно-магнитными, химическими и биологическими методами или их различным сочетанием.

При использовании механических методов идентификации применяют следующие наиболее известные методики: 1) прирастное бурение с извлечением керна из канала бура; 2) измерение глубины проникновения градуированной иглы или ножа (Pilodin, АКОД, ПКДО-1, ПОЗД и др.); 3) измерение сопротивления при бурении или сверлении древе-

сины (Resistograph, прибор Латвглавэнерго и др.); 4) измерение упругости и твердости по величине ударного импульса, упругого отскока или пластической деформации (склерометры типов ИПС-МГ4, ОНИКС-2, Schmidt, Beton Condrol, Eurosit Ectha и молотки Кашкарова, Шмидта, ОМШ-1); 5) стандартные методы определения физико-механических свойств древесины на малых чистых образцах (группа ГОСТ 16483). Эти методики позволяют оценивать рыхлость структуры древесины, они просты, удобны и дешевы, но разрушающие и недостаточно точны.

Электрические методы основываются на измерении электрического сопротивления или проводимости (Shigometer, Vitamat), диэлектрической постоянной и использовании микроволн. При их помощи обычно оценивается только влажность древесины, а при интерпретации результатов необходимо учитывать температуру и плотность древесины, что негативно влияет на точность. Отличительными признаками данного метода являются: простота, мобильность и низкая стоимость измерительных инструментов, а также полное сохранение целостности образцов.

Для оптических методов идентификации древесины используют как визуальный осмотр, в т. ч. при помощи микроскопа, так и эндоскопию, голографию, а также ИК-спектроскопию. В случае визуального осмотра под микроскопом обычно требуется извлечение проб из древесины, что, естественно, приводит к разрушению оцениваемого элемента. Методика визуального осмотра, как уже отмечалось, дает субъективное представление о разрушении. Голография применяется только в лаборатории и широкого распространения для оценки не получила. ИК-спектроскопия (IR, FTIR и NIR), как и все оптические методы, дает лишь анализ поверхности элементов.

Акустические методы получают все большее распространение из-за мобильности приборов, достаточной точности, а также и потому, что они являются неразрушающими. Этими методами пользуются при контроле состояния деревянных опор ЛЭП и других несущих элементов сооружений и конструкций (ЛИС, УКС, ПУЛЬСАР-1, Ук1401М). Данные методы основываются на определении скорости звука или на явлении акустической эмиссии в продольном или поперечном направлениях. Показатели приборов сравнивают с коррелируемыми факторами, являющимися прямыми показателями разрушения древесины (например, модуль упругости древесины). Основной проблемой при-

менения таких приборов является зависимость точности измерений от акустической плотности материала (которая часто не известна), а также от шероховатости и криволинейности поверхности образца. Дополнительные погрешности от использования данного метода вносят плотность и влажность древесины.

Термографические методы основаны на измерении теплового излучения от нагретой древесины, на которое влияет неоднородность структуры и влажность материала. Важным достоинством метода является непрерывная визуализация измеряемой величины. Приборы, используемые при реализации метода (тепловизоры или прирômetros), мобильны и легки в обращении, но имеют недостаточное разрешение для точных измерений.

Пожалуй, одним из самых дорогих, но наиболее эффективных неразрушающих методов является радиографический метод, который реализуется при помощи аппаратов, создающих рентгеновское, гамма- или нейтронное излучение (плотномеры) и в т. ч. послойно сканирующих объект (томографы). Особенно последний тип аппаратов дает наиболее полную картину разрушения древесины в массе и при помощи ЭВМ позволяет создавать 3D-реконструкцию объекта исследования. Главным недостатком этого метода является отсутствие достаточно легких в использовании и мобильных аппаратов. В основном метод реализуется в лабораториях. Самая безопасная и самая дорогая (во всех смыслах) магнитнорезонансная томография (NMRT), а также нейтронная радиография позволяют оценивать лишь распределение влаги в древесине, а также проникновение в нее защитного средства, при этом разрешение сильно зависит от плотности исследуемой древесины.

Химические и биологические методы реализуются при помощи цветовой индикации, измерения выбросов углекислого газа, гелелектрофореза, иммунологических и генетических методик исследования. Они направлены на идентификацию очагов загнивания материала и вида поражения. Эти методы реализуются только в лабораторных условиях и требуют разрушения исходного материала при отборе проб.

Неразрушающие графические методы позволяют диагностировать разрушение древесины уже на поздних стадиях, в отличие от разрушающих.

**Заключение.** Методы идентификации деградированной древесины в комбинации друг с другом дают широкую характеристику объекта,

однако не позволяют установить его состояние относительно критического уровня, т. к. единой классификации степени разрушения древесины еще не существует.

### Литература

1. De Jong, J. Conservation Techniques for old archaeological wood from shipwrecks found in the Netherlands / J. De Jong // Biodeterioration Investigation Techniques / A. H. Walters (eds). – London, 1977. – P. 295–338.

2. Wermuth, J. A. New World Evaluation of Wood Degraded by Old Cultures: Evaluation of Residual Strength Characteristics in Micro-organically Degraded Wood / J. A. Wermuth //

Old cultures in new worlds: Programme report 8th ICOMOS General Assembly and International Symposium. – Washington, 1987. – P. 499–505.

3. Горшин, С. Н. Защита деревянных памятников от разрушения / С. Н. Горшин // Методика реставрации памятников архитектуры. – М.: Стройиздат, 1977. – С. 115–126.

4. Карпович, С. И. Улучшение свойств древесных материалов методом пропитки / С. И. Карпович, Ю. В. Вихров, В. А. Кныш // Обзорная информация. Сер.: Деревообрабатывающая промышленность. – Минск, 1978. – 43 с.

*Поступила 21.02.2013*