

О. К. Леонович, канд. техн. наук; И. Г. Федосенко, ассистент

ОЦЕНКА ХАРАКТЕРИСТИК И СОСТОЯНИЯ ДРЕВЕСИНЫ В КОНСТРУКЦИЯХ ДОМА XVIII–XIX ВЕКОВ ЛОШИЦКОГО УСАДЕБНО-ПАРКОВОГО КОМПЛЕКСА

The wood with rotting process, biodamaged and in some fragment deconstructed in external and internal constructions of a wooden house of the XVIII century is estimated and characterized. A degree of degradation is a characteristic for a condition of a wood in which such components as humidity depths of fungoid defeats take place. Depending on changes of the above-stated parameters 4 groups of a degree of degradation: 0 are allocated; 1; 2; 3. The depth of the damage, humidity and density of loig of walls, a log of a floor, of beams of blocking of the top floors, vertical racks of rafters and other house products and constructions is offered to investigate with a fulp of a drill. The technique of a forecasting parameters of construction durability and building dements is elaborated this theory allows to make technical calculations and to evaluate technical state of a building responsibility for normal exploitation.

Введение. В процессе выполнения работ по обследованию и оценке технического состояния, несущей способности и пригодности к нормальной эксплуатации элементов и конструкций памятника архитектуры г. Минска XVIII–XIX веков «Усадебный дом в Лошице» в связи с намеченной реконструкцией возникла необходимость установить степень биоразрушения и прочностные характеристики отдельных конструкций здания неразрушающими методами.

Внешний вид здания показан на рис. 1.



Рис. 1. Фасад здания

Отсутствие мероприятий по защите деревянных конструкций и имевшее место периодическое увлажнение привело к серьезным биоповреждениям строений и, как результат, потере прочностных свойств древесины.

Для оценки прочности древесины использовать некоторые стандартные методики было нерационально, т. к. изготовление полноразмерных образцов требует больших масштабов отбора. В целях сохранения работоспособных элементов построек в первозданном виде необходимо было отбирать пробы в малодоступных местах и небольшими объемами.

В настоящее время состояние деревянных конструкций и зданий древнего зодчества, эксплуатируемых длительное время, оценивается визуально или же с учетом оценки вида поражающего гриба (окрашивающего или разрушающего). Такая оценка не позволяет определить механические свойства древесины и

перейти к расчетам прочностных показателей отдельных элементов и конструкций (особенно тех, которые выполняют несущие функции). Стропила, к примеру, должны выдерживать вес самой конструкции, снеговые, гололедные, а также ветровые нагрузки, поэтому в этом случае определяющим показателем прочности является прочность материала при статическом изгибе.

Основная часть. Нами поставлены задачи:

- оценить степень деградации древесины в зависимости от степени поражения ее грибами;
- определить прогнозные прочностные характеристики несущих конструкций усадебного дома Лошицкого усадебно-паркового комплекса в труднодоступных местах, где невозможно произвести отбор образцов заданных стандартом размеров и количества.

Ограничения объемов и размеров проб способствовало определению предела прочности при статическом изгибе масштабным методом, разработанным И. Г. Федосенко. Метод основан на использовании образцов меньших размеров по сравнению со стандартными. Для исследования использовали образцы 7×7×100 мм для испытаний на статический изгиб (стандартный метод (ГОСТ 16483.3–84), для сравнения, регламентирует размеры образцов 20×20×300 мм). Испытания проводили на приспособлении ПСИУМ-4 [3]. В качестве контрольных проводили испытания на статический изгиб по стандартной методике (ГОСТ 16483.3–84). Для определения прочности при сжатии вдоль волокон использовали стандартный метод по ГОСТ 16483.10–73.

В отличие от стандартного метода определения предела прочности при статическом изгибе, масштабный метод позволяет определить прочность как внутренних, так и наружных слоев разрушенной древесины, что наиболее актуально для древесины, имеющей повреждения биологического и механического характера, которые, как известно, проявляются в части,

непосредственно близкой к объектам воздействия (верхние слои деревянных элементов).

По результатам исследований, предел прочности при статическом изгибе по стандартной методике составил при влажности 12% в среднем: 73,39 МПа для стропил и 90,03 МПа для балок. При испытании на сжатие вдоль волокон предел прочности на сжатие составил при влажности 12% в среднем: 40,78 МПа для стропил и 47,11 МПа для балок. При испытании на статический изгиб по масштабному методу предел прочности для образцов размерами 7×7×100 мм составил при 12% в среднем 75,48 МПа для стропил, 80,89 МПа – для балок.

При сравнении показателей прочности при статическом изгибе в соотношении с прочностью свежеспиленной древесины древесина несущих элементов конструкции усадебного дома утратила свою прочность на 17,7–43,7%.

Прочность бревен стен, лаг пола, балок перекрытия верхних этажей, вертикальных стоек промежуточных стен внутри помещения, стропил и других элементов конструкции дома предложено исследовать с помощью прирастного бура (бура Преслера), используемого в лесном хозяйстве для определения возраста насаждений при таксации и других оценочных работах при лесоотведении. Точки отбора на фасаде здания показаны на рис. 2.



Рис. 2. Места отбора проб буром

Состояние древесины в целом, в зависимости от ее влажности, плотности и глубины поражения грибом, рекомендовано характеризовать степенью деградации. В зависимости от изменений вышеуказанных параметров выде-

лены 4 группы степени деградации: 0; 1; 2; 3 (таблица). Каждой группе степени деградации соответствует определенный коэффициент потери прочности, обозначаемый в дальнейших расчетах как $K_{п}$, который изменяется в пределах от 1 до 0,4. Для отнесения материала к соответствующей группе степени деградации учитывали следующие факторы:

группа 0 – влажность, прочность не снижены, грибковые поражения отсутствуют (коэффициент потери прочности $K_{п} = 1$);

группа 1 – плотность снижена на 1–20%, глубина грибковых поражений более 5%, по глубине определяемой приростным буром (коэффициент потери прочности $K_{п} = 0,8$);

группа 2 – плотность снижена на 20–40%, грибковые поражения составляет более 10% по глубине (коэффициент потери прочности $K_{п} = 0,6$);

группа 3 – плотность снижена на 40–60%, грибковые поражения составляет более 20% (коэффициент потери прочности $K_{п} = 0,4$).

Плотность при заданной влажности, ρ_w определяли по формуле

$$\rho_w = m_w / V_w,$$

где m_w – масса образца, г; V_w – объем образца, м³.

Объем образца

$$V_w = S \cdot L,$$

где S – площадь образца, м²; L – длина цилиндра, м.

Площадь образца

$$S = \pi D^2 / 4,$$

где D – диаметр высверливаемого цилиндра, м;

Далее плотность приводили к нормализованной влажности 12%:

$$\rho_{12} = \rho_w / k,$$

где k – поправочный коэффициент,

Далее плотность сравнивали и рассчитывали степень деградации древесины по формуле

$$C_g = 100 \cdot (\rho_{\text{баз.нат.}} - \rho_{\text{баз.дегр.}}) / \rho_{\text{баз.нат.}},$$

где $\rho_{\text{баз.нат.}}$ – базисная плотность свежеспиленной древесины, кг/м³; $\rho_{\text{баз.дегр.}}$ – базисная плотность деградированной древесины кг/м³.

Прогнозный показатель предела прочности при сжатии вдоль волокон, $\sigma_{\text{сж.п.}}$, МПа, определяли по формуле

$$\sigma_{\text{сж.п.}} = K_{п} \cdot (\sigma_{12\text{макс.ср.}} \cdot \rho_{\text{деград.}}) / \rho_{12\text{макс.ср.}},$$

где $\sigma_{12\text{макс.ср.}}$ – максимальный предел прочности при сжатии вдоль волокон для неповрежденной древесины; $K_{п}$ – коэффициент, учитывающий потерю прочности; $\rho_{\text{деград.}}$ – плотность образцов деградированной древесины; $\rho_{12\text{макс.ср.}}$ – плотность образцов неповрежденной древесины при 12% влажности.

**Выборочный анализ физико-механических свойств древесины конструкций
усадебного дома Лошицкого усадебно-паркового комплекса**

Номер образца	Место отбора пробы	Влажность, %	Плотность при влажности 12%, кг/м ³	Группа степени деградации, %	Прогнозные показатели, МПа		Степень поражения грибом или гниением (визуально)
					предел прочности при сжатии вдоль волокон	предел прочности при изгибе	
Стена Северо-западного фасада							
1	Бревно	11,3	455	1	30,3	57,3	Синева
2	Бревно стены	12,5	480	2	24,1	45,4	Столбовой гриб
3	Бревно стены	13,5	440	2	22,1	41,6	»
Древесина балок пола на первом этаже							
1	Балки пола	12,5	456	2	22,9	43,1	Домовой гриб
2	Балки	12,1	470	2	23,7	44,4	Синева
3	Балки	12,5	465	1	30,9	43,9	»
Балки перекрытия над первым этажом							
1	Балки	12,1	440	2	22,1	41,6	Домовой гриб
2	Балки	11,8	432	1	28,7	54,5	Синева
3	Балки	11,9	470	2	23,7	44,4	Домовой гриб
Балки чердачного перекрытия в одноэтажной части здания							
1	Балки ч/п	12,1	480	3	16,0	30,2	Домовой гриб червоточина
2	Балки ч/п	11,5	440	2	22,1	41,6	Домовой гриб,
3	Балки ч/п	13,1	430	2	21,6	40,6	»
Стропильная система в одноэтажной части здания							
1	Стропила	11,7	411	3	18,8	36,1	Домовой гриб
2	Стропила	11,5	420	2	28,9	55,4	Трещины
3	Стропила	11,3	425	2	29,3	56	Сверх. прогиб
Балки чердачного перекрытия в двухэтажной части здания							
1	Балки ч/п	14	470	1	31,3	59,2	Синева
2	Балки ч/п	12,3	420	2	13,9	26,5	Домовой гриб
3	Балки ч/п	12,5	415	1	27,6	52,3	Синева
Стропильная система над двухэтажной частью здания							
3	Стропила	11,8	452	0	51,7	99,0	–
4	Стропила	12,5	410	1	37,6	72,0	Синева, трещина
5	Стропила,	11,6	440	2	30,3	58,0	Домовой гриб

Прогнозный показатель предела прочности древесины при статическом изгибе $\sigma_{изг.п.}$, МПа,

$$\sigma_{изг.п.} = K_{п} \cdot (\sigma_{12\max.ср.} \cdot \rho_{деград.}) / \rho_{12\max.ср.}$$

где $\sigma_{12\max.ср.}$ – максимальный предел прочности при изгибе для неповрежденной древесины; $K_{п}$ – коэффициент, учитывающий потерю прочности; $\rho_{деград.}$ – плотность образцов деградированной древесины; $\rho_{12\max.ср.}$ – плотность образцов неповрежденной древесины при 12% влажности.

В отдельных случаях прогнозные показатели потери прочности при сжатии вдоль во-

локон и изгибе уменьшились в два раза в сравнении с неповрежденной древесиной этих конструкций.

При анализе состояния отдельных элементов здания видим, что наружные стены повреждены червоточинной, столбовым грибом и синевогой. Древесина внутренних элементов балок пола и перекрытий повреждена червоточинной (рис. 3) и белым домовым грибом (рис. 4, 5). Используя стандартные методы расчета, можно рассчитать максимальную несущую способность конструкции и пригодность ее к дальнейшей эксплуатации.

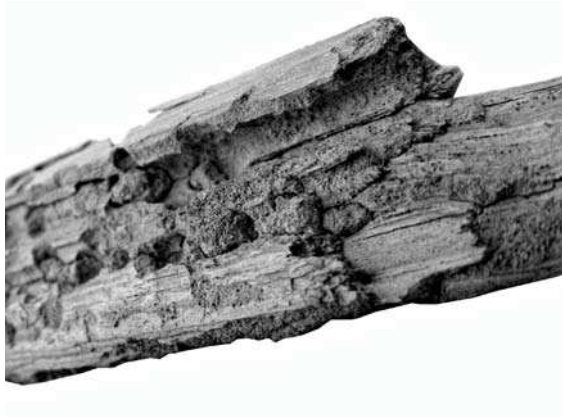


Рис. 3. Червоточина на фрагменте балки



Рис. 4. Поражение стойки стропильной системы белым домовым грибом



Рис. 5. Поражение балки перекрытия дереворазрушающими грибами

Заключение. 1. Состояние древесины в целом в зависимости от ее влажности, плотности и глубины грибковых поражений рекомендовано

характеризовать степенью деградации. В зависимости от изменений вышеуказанных параметров выделены 4 группы степени деградации: 0; 1; 2; 3.

2. Глубину повреждения, влажности и плотности бревен стен, лаг пола, балок перекрытия верхних этажей, вертикальных стоек стропил и других изделий и конструкций дома предложено исследовать с помощью приростного бура.

3. Разработанная методика определения прогнозных показателей прочности конструкций и элементов здания дает возможность определить физико-механические показатели свойств деградированной древесины, которая позволила произвести расчеты по оценке технического состояния, несущей способности и пригодности к нормальной эксплуатации элементов и конструкций здания памятника архитектуры г. Минска XVIII–XIX веков «Усадьбный дом в Лошице».

4. Конструкции, пораженные белым домовым грибом, должны быть удалены и заменены.

5. Конструкции, пораженные столбовым грибом, при степени поражения грибом 2 и более должны быть удалены и заменены.

6. В конструкциях, пораженных столбовым грибом, при степени поражения синевой менее 2, пораженный слой необходимо удалить, а конструкцию обработать антисептиком.

7. Дальнейшая эксплуатация всех конструкций должна исключать увлажнение древесины.

8. При замене элементов конструкций вновь устанавливаемые детали должны иметь влажность древесины приблизительно 12%, но не более 15%.

9. Прочностные характеристики строительных конструкций должны оцениваться с учетом прогнозных показателей прочности деградированной древесины при сжатии и изгибе.

Литература

1. Уголев, Б. Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения / Б. Н. Уголев. – М.: Лесная пром-сть, 1975. – 384 с.

2. Федоров, Н. И. Древесиноведение и лесоматериалы / Н. И. Федоров, Э. Э. Пауль. – Минск: БГТУ 2006. – 292 с.

3. Федосенко, И. Г. Некоторые особенности измерения показателей прочности археологической древесины / И. Г. Федосенко // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообраб. пром-сть. – 2007. – Вып. XV. – С. 193–196.