

УДК 624.011

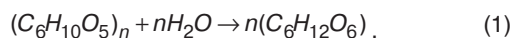
А.Ю. ВАРФОЛОМЕЕВ, инженер (lereiv@yahoo.com),  
Научно-исследовательская лаборатория строительной экспертизы Баренц-региона  
(Архангельск)

## Неразрушающий метод выявления скрытых участков гниения деревянных наружных стен зданий

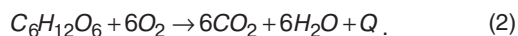
С целью оперативного определения скрытых участков гниения проведены исследования несущих наружных стен деревянных отапливаемых зданий методом сканирования инфракрасного излучения. Описаны наиболее характерные конструктивные недостатки зданий, которые способствуют развитию гниения деревянных стен в климатических условиях Севера.

Срубы деревянных зданий обычно снаружи обшивают строгаными досками или сайдингом, а внутри – листами сухой штукатурки, древесно-волоконистыми плитами с декоративными обоями и т. п. Поэтому участки гниения несущих стен невозможно выявить без удаления отделочных слоев, на что заказчики обычно не соглашаются. При несвоевременной ликвидации очагов распространяющейся инфекции срок службы здания может сократиться в несколько раз.

Предлагаемый неразрушающий метод быстрого выявления скрытых дефектов наружных стен основан на изменении теплопроводности деструктированной древесины вследствие ее увлажнения при биологическом разложении. Это обусловлено тем, что под действием кислотных ферментов, выделяемых дереворазрушающими грибами, сначала происходит осахаривание целлюлозы, выполняющей в древесине функцию несущего каркаса, с дальнейшим образованием глюкозы:



Затем глюкоза окисляется кислородом с образованием углекислого газа, воды и выделения тепла (Q):



При равной температуре теплопроводность воздуха в 23 раза меньше, чем воды. Поэтому при увлажнении древесины, имеющей пористое строение (полости трахеид занимают в среднем 2/3 объема), ее теплопроводность значительно возрастает [1] по сравнению с сухой, пористой, без биоповреждений.

Лабораторией лесных продуктов США (г. Мэдисон, штат Висконсин) выведены эмпирические зависимости коэффициента теплопроводности (k) цельной древесины поперек волокон, выраженного в британских тепловых единицах (Btu) [2]. Уравнения (3) и (4) характеризуют зависимости k от плотности и влажности.

При влажности древесины до 40%:

$$k = \rho \cdot (1,39 + 0,028 \cdot W) + 0,165, \quad (3)$$

при влажности более 40%:

$$k = \rho \cdot (1,39 + 0,038 \cdot W) + 0,165, \quad (4)$$

где:  $\rho$  – объемная масса абсолютно сухого состояния; W, % – содержание влаги в древесине.

При выводе уравнений (3) и (4) k принят равным количеству тепла, передаваемому в течение 1 ч материалом толщиной 25,4 мм (1 дюйм) и площадью 0,0929 м<sup>2</sup> (1 кв. фут) при разнице температуры между обеими поверхностями в 0,56°C (1 градус Фаренгейта). В России исходят из того, что при стационарном теплообмене, характеризующемся постоянным во времени температурным полем, k равен количеству тепла, проходящему в единицу времени через плоскую стенку площадью в 1 м<sup>2</sup> и толщиной 1 м при разности температуры на ее противоположных сторонах в 1°C. В системе СИ коэффициент теплопроводности имеет размерность Вт/(м·К).

По данным Московского лесотехнического института [3], в диапазоне температуры –40°C – +30°C при изменении влажности от 10 до 100% коэффициент теплопроводности цельной древесины плотностью 360 кг/м<sup>3</sup> в тангенциальном направлении изменяется от 0,12 до 0,49 Вт/м·°C соответственно. Теплопроводность цельной древесины в радиальном направлении на 15% выше, чем в тангенциальном, а вдоль волокон – в 1,5–2,5 раза выше, чем в радиальном и тангенциальном направлениях [3]. У гниющей древесины k гораздо выше, чем у древесины без повреждений. Поэтому в местах гниения из-за локальных теплопотерь при холодной погоде температурное поле на поверхности наружных стен отапливаемых зданий имеет возмущения, которые можно фиксировать с помощью инфракрасного сканера.

Для сканирования инфракрасного излучения использовали стандартный тепловизор, который обычно применяют для определения тепловых потерь. При отработке технологии поиска участков фунгицидной деструкции древесины съемку наружных стен проводили одновременно тепловизором и цифровой фотокамерой [4]. На мониторе телевизора можно визуально наблюдать изменение теплового поля в цветном изображении. Для расшифровки термограмм использовали стандартную программу, выбирая температурную шкалу с цветовым кодом, соответствующим определенной температуре.

В ходе опытов установлено, что в зданиях с рублеными стенами без обшивки места гниения древесины и другие дефекты теплоизоляции, скрытые от визуального наблюдения, можно быстро фиксировать с помощью тепловизора при съемках как внутри здания, так и снаружи. Обшивка из древесины, сайдинга или других листовых материалов существенно



Части деревянных сооружений, наиболее подверженных увлажнению: а – увлажнение нижней части деревянных стен стекающими с крыши талыми водами; б – накопление снега и льда у нижних венцов вогнутой части здания

затрудняет поиск дефектов при съемках снаружи. В этом случае лучше осуществлять термосъемку внутри помещений.

Ниже приведены наиболее характерные варианты термографических исследований по определению фунгицидного поражения деревянных стен.

**Пример 1.** При термосъемках в жилых комнатах на первом этаже деревянного рубленого здания под двумя окнами была зафиксирована температура  $+12^{\circ}\text{C}$ , что на треть ниже нормативной. При вскрытии обшивки зафиксировано гниение брусьев, на которые непосредственно опирались оконные блоки. Деструкция распространилась вдоль волокон брусьев на 200–300 мм в стороны от вертикальных граней проемов. Из брусьев, расположенных под окнами, с помощью полого бура были отобраны цилиндрические образцы длиной до 65 мм (отсчет от поверхности). Начальную влажность древесины и ее плотность в абсолютно сухом состоянии определяли в лабораторных условиях гравиметрическим методом (см. таблицу).

Из таблицы видно, что плотность образцов древесины, деструктированной дереворазрушающими грибами непосредственно под окнами, составляла в среднем  $0,203 \text{ г/см}^3$ , что на 36,4% ниже, чем цельной, расположенной в стороне от окон, а их начальная влажность составляла в среднем 43,5% и 24,25% соответственно. Значительные различия плотности деструктированной и цельной древесины объясняются удалением из высушенных образцов углекислого газа и воды, образовавшихся при биохимическом разложении (уравнение 2).

**Пример 2.** При термографических исследованиях трехэтажного жилого многоквартирного здания (Архангельск),

рубленного из четырехкантного бруса сечением  $150 \times 150 \text{ мм}$ , в вогнутом углу между стеной основного фасада и выступающей боковой частью сруба при термосъемке был зафиксирован локальный перепад температуры более  $5^{\circ}\text{C}$ . При вскрытии наружной обшивки установлено, что древесина здесь имеет темно-коричневый цвет, поражена дереворазрушающими грибами на глубину до 35 мм.

Обследуемое трехэтажное здание имеет сложную в плане форму, крышу с многочисленными ендовами из листового стали. Кровля выполнена из асбестоцементных листов. На участках ендов с интенсивным водостоком отсутствует организованный водоотвод, поэтому в ветреную погоду стены сильно увлажняются.

Средняя годовая температура в районе исследований составляет  $+0,8^{\circ}\text{C}$ . В апреле–октябре здесь выпадает в

Место отбора образцов	Состояние древесины	Начальная влажность, %	Плотность, $\text{г/см}^3$
Брус под окном № 1	С биопоражением	42	0,194
		51	0,189
400 мм слева от окна	Без биопоражения	25	0,312
400 мм справа от окна		23	0,326
Брус под окном № 2	С биопоражением	43	0,198
		38	0,231
400 мм слева от окна	Без биопоражения	25	0,318
400 мм справа от окна		24	0,321



## Электронная подписка

Актуальная информация для всех работников  
строительного комплекса



<http://ejournal.rifsm.ru/>

среднем 402 мм осадков при суточном максимуме 55 мм. Средняя месячная температура в период наиболее интенсивного развития плесневых, деревоокрашивающих и деструктурирующих грибов составляет: в июле +15,6, в августе +13,6, в сентябре +7,9°C, а средняя месячная относительная влажность воздуха в наиболее теплый месяц 72% [5]. Это весьма благоприятные условия для развития грибов. В июне–августе преобладает северо-западный ветер, его максимальная из средних скоростей по румбам за июль 4 м/сек. Даже при средних по скорости ветрах карниз без организованного водостока защищает от дождевых осадков и талых вод только верхнюю часть стен трехэтажных зданий, а их нижняя часть увлажняется не только косым дождем, но и стоками с крыши (рис. а).

Нижние несущие венцы исследованного здания расположены в непосредственной близости от грунта. С ноября по март здесь выпадает 188 мм осадков; максимальная из средних скоростей по румбам за январь 5,9 м/сек [5]. Поэтому в зимнее время на Севере в вогнутых участках сложных в плане зданий у нижних несущих венцов накапливается слой снега и льда высотой до 1 м (рис. б), при таянии которого ответственные конструкции увлажняются, что способствует их гниению.

Таким образом, применение на Севере сложных кровель с малым уклоном, многочисленными ендовами и без эффективной системы организованного водоотвода повышает вероятность увлажнения деревянных стен атмосферными осадками.

Как уже упоминалось, таяние снега и льда, скопившегося на вогнутых участках зданий с северной стороны, приводит к значительному увлажнению и, как следствие, гниению ответственных конструкций здания.

Поэтому метод сканирования инфракрасного излучения несущих наружных стен деревянных отапливаемых зданий позволяет оперативно выявить скрытые участки гниения и своевременно принять меры по их ликвидации.

### Список литературы

1. *Перельгин Л.М.* Древесиноведение. Изд. 3-е, перераб. и доп. Б.Н. Уголевым. М.: Гослесбумиздат, 1963. 284 с.
2. Wood handbook. Wood as an engineering material / Forest Products Laboratory Forest Service U. S. Department of Agriculture. 1974, Laboratory of Congress Catalog Card № 73-600335.
3. *Серговский П.С.* Гидротермическая обработка древесины. М.: Лесная промышленность, 1968. 448 с.
4. *Мелентьева М.Н., Варфоломеев А.Ю., Свен Э.С.* Исследование теплопотерь здания спортивной школы из деревянных клееных конструкций / Докл. междунар. науч.-техн. конф. «Современные проблемы строительства и реконструкции зданий и сооружений». Вологда: ВоГТУ, 2003. С. 138–139.
5. СНиП 23-01–99 (2003) «Строительная климатология».



“БЕЛЭКСПОЦЕНТР” БЕЛГОРОДСКОЙ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННОЙ ПАЛАТЫ



# 5-7 августа 2009 г.

## В БЕЛГОРОДСКИЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ ФОРУМ



VI межрегиональная  
специализированная выставка

# СОВРЕМЕННЫЙ ГОРОД: СТРОЙИНДУСТРИЯ

Т./ф.: (4722) 58-29-51, 58-29-66, 58-29-68, 58-29-41

E-mail: [belexpro@mail.ru](mailto:belexpro@mail.ru); [www.belexprocentr.ru](http://www.belexprocentr.ru); г. Белгород, ул. Победы, 147-а