

УДК 711

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ КРОВЛИ ЗДАНИЯ. РАСЧЕТ СТРОПИЛЬНОЙ НОГИ*А. М. Апаев*

Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Описана разработка модели кровли здания дачи в городе Севастополь. Проведен расчет стропильной ноги. Предложены способы защиты деревянных конструкций здания дачи от возгорания и биоразрушения.

Ключевые слова: деревянные конструкции, кровля, воздействие, устойчивость, расчет, нагрузка, биоразрушение, возгорание.

UDC 711

**DEVELOPMENT OF A BUILDING ROOF MODEL.
CALCULATION OF THE ROOF RAFTER***A. M. Apaev*

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

The paper describes the development of a roof model for a dacha building in Sevastopol. The calculation of the roof rafter is carried out. Methods of protection of wooden structures of dacha buildings from fire and biodegradation are proposed.

Keywords: wooden structures, roof, impact, stability, calculation, load, biodegradation, combustion occurrence

Введение. В городе Севастополь на Западном берегу Балаклавской бухты в Крыму в горной местности находится дача графа М. А. Апраксина. В данной области преобладает умеренный теплый климат с выпадающими осадками, рельеф с перепадами. Среднегодовая температура составляет 12 градусов.

Целью данной статьи является разработка модели кровли здания дачи. В частности, проводится расчет стропильной ноги. Описана защита деревянных конструкций здания дачи от возгорания и биоразрушения.

Основная часть. Расчет кровли здания дачи производится при следующих условиях:

- ширина здания — 12,4 м;
- длина — 26,0 м;
- древесина — сосна;
- стены — кирпичные, толщиной 510 мм;
- тип кровли — холодная, с уклоном 27° (50,95%)

В качестве несущих конструкций принимаем двускатные наслонные стропила с шагом $l = 1,2$ м. Бруски обрешетки с шагом $L = 0,25$ м размещены по стропильным ногам, нижними концами опираются на мауэрлат, уложенные по внутреннему обрезу наружных стен, а верхними на прогон.

Геометрические размеры элементов стропил

Угол наклона кровли к горизонту $\alpha = 27^\circ$. Угол между раскосом и стойкой $\beta = 45^\circ$. Ось мауэрлата смещена относительно оси стены на 250 мм. Толщина стены 510 мм, сечение мауэрлата 150×150 мм.

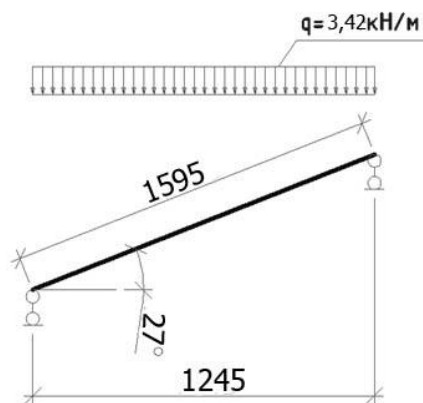


Рис. 1. Геометрические размеры элементов стропил

Расчет стропильной ноги

Согласно СП 64.13330.2011 расчет наклонных стропил при угле наклона покрытия менее 35° можно вести без учета продольной силы [1].

Нагрузка на 1 погонный метр длины стропильной ноги, перпендикулярна скату при шаге стропил $l = 1,2$ м:

– нормативная

$$q_B^n = (q^n + S_0 \cos \alpha) \cos \alpha \cdot a \cdot 1,05 = (1,9 + 0,84 \cdot 0,891) \cdot 0,891 \cdot 1,2 \cdot 1,05 = 2,97 \text{ кН / м}$$

– расчетная

$$q_B = (q + S \cos \alpha) \cos \alpha \cdot a \cdot 1,05 = (1,98 + 1,2 \cdot 0,891) \cdot 0,891 \cdot 1,2 \cdot 1,05 = 3,42 \text{ кН / м}$$

где 1,05 — коэффициент, учитывающий собственный вес стропила.

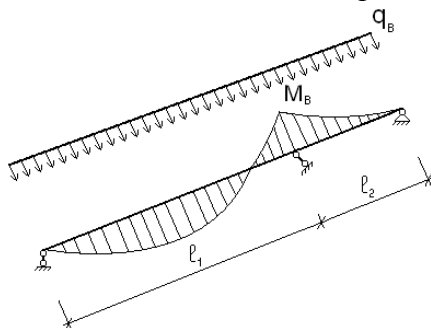


Рис. 2. Расчетная схема стропил

Стропильную ногу рассматриваем как неразрезную балку на 3-х опорах. Опасным сечением стропильной ноги является сечение в месте примыкания подкоса. Максимальный изгибающий момент в этом сечении:

$$M_B = \frac{q_B (l_1^3 + l_2^3)}{8(l_1 + l_2)} = \frac{3,42 \cdot (4,175^3 + 1,425^3)}{8 \cdot (4,175 + 1,425)} = 5,775 \text{ (кН} \cdot \text{м)}.$$

нормальные напряжения при изгибе:

$$\sigma = \frac{M_B}{W_x} \leq R_u,$$

где $R_u = 1,4 \text{ кН/см}^2$ — расчетное сопротивление древесины сосны второго сорта изгибу.

Требуемый момент сопротивления сечения:

$$W_x \geq \frac{M_B}{R_u} = \frac{5,775 \cdot 100}{1,4} = 412,5 \text{ (см}^3\text{)}.$$

Согласно СП 64.13330.2011 задаемся шириной сечения $b = 125$ мм. Тогда высота сечения:
 $h = \sqrt{6W_x / b} = \sqrt{6 \cdot 412,5 / 12,5} = 14,07$ см = 140,7 мм.

Согласно [1], принимаем высоту сечения $h = 150$ мм.

Проверяем сечение в середине нижнего участка под действием пролетного момента M . Значение M определяем как для простой балки на двух опорах пролетом l_1 , считая в запас прочности, что вследствие возможной осадки среднего узла опорный момент будет равен нулю:

$$M = \frac{q_B l_1^2}{8} = \frac{3,42 \cdot 4,175^2}{8} = 7,45 \text{ (кН}\cdot\text{м)}.$$

Прочность по нормальным напряжениям:

$$\sigma = \frac{M}{W_x} \leq R_u;$$

$$\frac{7,45 \cdot 100}{468,75} = 1,6 \leq 1,4;$$

$$W_x = \frac{b \cdot h^3}{6} = \frac{12,5 \cdot 15^3}{6} = 468,75 \text{ см}^3$$

$1,6 \text{ кН/см}^2 \leq 1,4 \text{ кН/см}^2$ — условие не выполняется,

Увеличиваем высоту сечения $h = 175$ мм.

Прочность по нормальным напряжениям:

$$\sigma = \frac{M}{W_x} \leq R_u;$$

$$\frac{7,45 \cdot 100}{638,02} = 1,16 \leq 1,4;$$

где: $W_x = \frac{b \cdot h^3}{6} = \frac{12,5 \cdot 17,5^3}{6} = 638,02 \text{ см}^3$

$1,16 \text{ кН/см}^2 \leq 1,4 \text{ кН/см}^2$ — условие выполняется, принимаем $h = 175$ мм.

Проверяем подобранное сечение на жесткость:

$$\frac{f}{l} \leq \left[\frac{f}{l \gamma_n} \right],$$

где: $\frac{f}{l} = \frac{5q_B^n \cos \alpha l_1^3}{384EI_x} = \frac{5 \cdot 2,97 \cdot 0,891 \cdot 417,5^3}{384 \cdot 100 \cdot 1000 \cdot 5582,68} = 0,00449;$

$E = 1000 \text{ кН/см}^2$ (п. 5.3 [2]);

$$I_x = \frac{bh^3}{12} = \frac{12,5 \cdot 17,5^3}{12} = 5582,68 \text{ (см}^4\text{)};$$

$$\left[\frac{f}{l \gamma_n} \right] = \frac{1}{120 \cdot 1} = 0,008.$$

$\frac{f}{l} = 0,00449 < \frac{f}{l \gamma_n} = 0,008$ — условие выполняется.

Защита деревянных конструкций от возгорания и биоразрушения

Так как данный объект относится к категории «Общественные здания и сооружения», равновесная влажность при эксплуатации конструкций не должна превышать 15%. Согласно СП 20.13330, для защиты от загнивания необходимо создать осушающий режим эксплуатации для элементов конструкции стропильной системы объекта [2]. Конструкции должны быть открытыми,

хорошо проветриваемыми и доступными для осмотра. Необходимо обеспечить надежную гидроизоляцию конструкции.

Для защиты от биологической коррозии при неагрессивных воздействиях сред следует применить лакокрасочные водозащитные материалы на акрилово-алкидной химической основе. Деревянные балки покрытий, чердачных и междуэтажных перекрытий, мауэрлаты, стропильные ноги и другие конструкции из цельной древесины защищаются поверхностной обработкой антисептиком (фтористый натрий, кремнефтористый аммоний, ББ-11 и др.), подогретым до температуры 60–80°C, два раза с перерывом 1–2 часа. Опорные части конструкций дополнительно обрабатывают антисептическими пастами или мастиками. Также следует применить трудновываемый водоразбавляемый антисептик; нанесение раствора производить краскопульт. Согласно СП 20.13330, для защиты металлических элементов конструкции от коррозии следует применить лакокрасочные покрытия группы I [2]. Для защиты деревянных конструкций от возгорания необходимо обработать деревянные элементы стропильной системы огнезащитными составами I и II групп огнезащитной эффективности, в том числе препаратом МБ-1. Применяемые антипирены для пропитки деревянных элементов: препарат МБ-1, препарат МС, фосфатный состав ОФП-9, покрытие ВПМ-2Д, состав ТХЭФ. Мероприятия по защите деревянных конструкций должны заноситься в «Журнал защитной обработки древесины».

Заключение. Описана разработка модели кровли здания дачи графа М. А. Апраксина. Проведен расчет стропильной ноги. Описана защита деревянных конструкций здания дачи от возгорания и биоразрушения. Данная модель, проведенные расчеты и предлагаемые способы защиты конструкций могут быть полезны при проведении реконструкции и реставрации, являющихся обязательными этапами и элементами сохранения историко-культурных памятников.

Библиографический список

1. СП 64.13330.2011. Деревянные конструкции [Электронный ресурс] / Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. — URL :<http://docs.cntd.ru/document/871001029> (дата обращения :19.01.2020).
2. СП 64.13330.2011. Деревянные конструкции [Электронный ресурс] / Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. — URL :<http://docs.cntd.ru/document/871001029> (дата обращения :19.01.2020).

Об авторе:

Апаев Арсен М., магистрант Донского государственного технического университета (344000, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), arsen1995arsen@yandex.ru

Author:

Апаев Арсен М., Master's degree student, Don State Technical University (344000, Russian Federation, Rostov-on-Don, Gagarin square 1), arsen1995arsen@yandex.ru