

Разработка методики расчета несущей способности скобовых соединений

В.С. Ивашов

Самарский государственный технический университет, Самара, Россия

Обоснование. Нормативы проектирования, разработанные для типовых зданий, не соответствуют историческим конструкциям, в частности скобовым соединениям в памятниках архитектуры. Нормативы рассматривают скобы лишь как монтажные элементы, игнорируя их способность работать на сжатие/растяжение, что затрудняет реставрацию и усиление исторических зданий [1, 2].

Цель — разработать методику расчета несущей способности скобовых соединений.

Методы. Численный расчет устойчивости конструкции:

- Проведение натуральных испытаний скобовых соединений различных конфигураций под действием статических нагрузок.
- Создание на основе результатов экспериментальных исследований модели, описывающей работу скобового соединения под нагрузкой.
- Сравнение результатов расчетов по разработанной методике с данными натуральных экспериментов.

Результаты. Скоба, обхватывающая соединяемые элементы, передает нагрузку через опору на эти элементы. Однако ключевая проблема заключается в том, что историческое применение скобовых соединений значительно выходит за рамки современного понимания их функциональности, что требует более глубокого исследования и пересмотра существующих нормативов [1].

Традиционные подходы к расчету часто оказываются недостаточно точными, не всегда учитывая особенности распределения напряжений в зоне контакта скобы с древесиной. Поэтому рассмотрим данное скобовое соединение (рис. 1).

При проведении натуральных испытаний (рис. 2) полученные результаты позволили сформулировать ключевое допущение: при нагрузках, вызывающих заметную деформацию древесины, изгибом защемленной части скобы можно пренебречь, считая ее геометрию приблизительно прямой.

Это наблюдение, в сочетании с экспериментально установленным распределением смятия — нулевым на конце и максимальным на внешней поверхности древесины, — позволило предположить треугольное

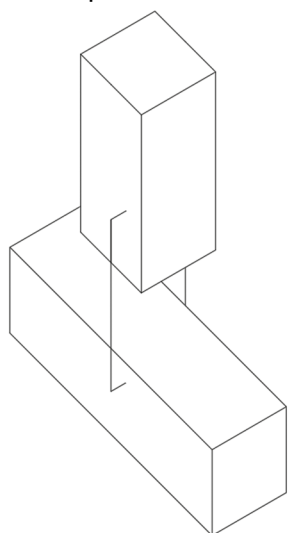


Рис. 1. Скобовое соединение

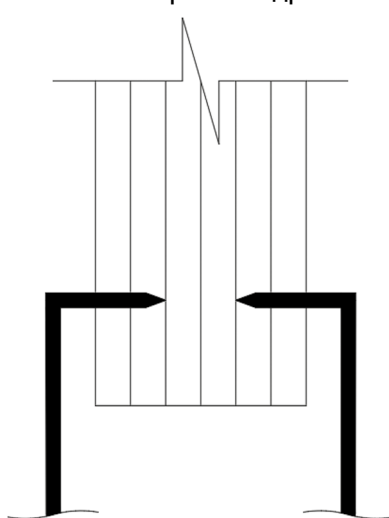


Рис. 2. Скобовое соединение до испытания

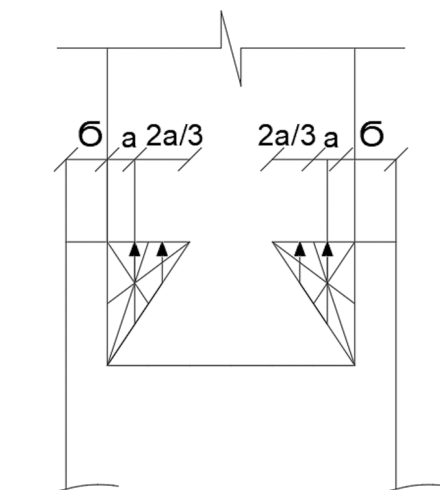


Рис. 3. Расчетная схема соединения

распределение деформаций в зоне контакта (рис. 3). На основе этого предположения была разработана аналитическая модель для расчета напряжений смятия, целью которой является получение точных расчетных формул, подтвержденных экспериментальными данными.

Методика основана на принципе равновесия сил и моментов.

Система является статически неопределимой, поэтому упрощенно выразим давление на древесину в виде равнодействующей и рассмотрим равновесие скобы под действием двух силовых факторов: нагрузки на саму скобу и отпора в материале древесины.

Исходя из равновесия моментов относительно точки опоры скобы на древесину, мы получаем уравнение:

$$F(l + \delta) = \frac{P_{\max} l}{2} \cdot \frac{2}{3} \cdot l = \frac{1}{3} l^2 P_{\max}.$$

Из этого уравнения мы определяем максимальное давление смятия:

$$P_{\max} = \frac{F(l + \delta)}{\frac{1}{3} l^2} = \frac{3F(l + \delta)}{l^2}.$$

Далее определяем среднее напряжение смятия в древесине под скобой (площадку равномерного распределения давлений учитываем приближенно по всей нижней цилиндрической площади скобы):

$$\sigma = \frac{P_{\max}}{\frac{\pi d}{2}} = \frac{3F(l + \delta)}{\pi d l^2} \leq [\sigma_{\text{см}}].$$

Полученное напряжение смятия (σ) должно быть меньше или равно предельному расчетному сопротивлению древесины на смятие ($[\sigma_{\text{см}}]$).

Подставив эти значения в представленные формулы, мы получим расчетное напряжение смятия. Если расчетное напряжение меньше или равно предельному сопротивлению древесины, соединение считается работоспособным. В противном случае необходимо изменить параметры скобы или использовать более прочный материал.

Выводы. Представленная методика позволяет оценивать несущую способность скобовых соединений в случае их работы в реальных системах на восприятие нагрузок.

Ключевые слова: скобовые соединения; несущая способность монтажных элементов; несущая способность скобовых соединений; монтажное соединение; расчеты скобового соединения.

Список литературы

1. СП 64.13330.2017 Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80. Москва: Минстрой России, 2017.
2. СП 516.1325800.2014 Дома деревянные жилые многоквартирные. Правила проектирования и строительства. Москва: ЗАО «ЦНИИЭП жилища», 2014.

Сведения об авторе:

Виталий Сергеевич Ивашов — студент, группа 23-ФПГС-108, факультет промышленного и гражданского строительства; Самарский государственный технический университет, Самара, Россия. E-mail: ivs6700@mail.ru

Сведения о научном руководителе:

Даниил Васильевич Раков — ассистент; Самарский государственный технический университет, Самара, Россия. E-mail: Rakovdaniil1@gmail.com