

3. ГОСТ 5689-79. Массы прессовочные фенольные. Технические условия. М.: Издательство стандартов, 1989. 24 с.

УДК 674.028.9+674.049.2

О.А. Рублева¹, А.Г. Гороховский²
(О.А. Rubleva¹, А.Г. Gorohovskij²)
ВятГУ, Киров¹, УГЛТУ, Екатеринбург²
(VSU, Kirov¹, USFEU, Ekaterinburg²)

**ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПО ДЛИНЕ
НА ПРЯМОУГОЛЬНЫЕ ШИПЫ
(ESTIMATION OF ADHESIVE COMPOUNDS STRENGTH
BY LENGTH ON RECTANGULAR SPIKES)**

Соединения по длине на прессованные прямоугольные шипы являются инновационным способом сращивания. Основным критерием оценки качества клеевых соединений по длине является их относительная прочность. Оценка прочности исследуемых соединений проведена аналитически на основе метода конечных элементов и экспериментально методами механических испытаний. Результаты исследований позволяют рекомендовать применение соединений на прямоугольные прессованные шипы в столярно-строительных и других изделиях.

Longitudinal joints for extruded rectangular spikes are an innovative splicing method. The main criterion for assessing the quality of adhesive joints along the length is their relative strength. The evaluation of the strength of the studied compounds was carried out analytically on the basis of the finite element method and experimentally by the methods of mechanical tests. The research results allow us to recommend the use of compounds on rectangular extruded spikes in the joinery and other products.

В производстве изделий из древесины широко применяются соединения по длине. Наиболее распространены и достаточно хорошо изучены соединения на зубчатые шипы [1, 2]. Соединения на многократные прямоугольные шипы, изготовленные способом прессования, имеют ряд преимуществ перед традиционными видами соединений по длине, но требуют обоснования возможности их применения в серийном производстве.

Основным показателем качества клеевых соединений по длине является прочность склеивания. В производстве изделий важным критерием оценки является относительная прочность соединений, которая в оптимальных случаях может достигать 69 % [1] и немного более прочности массивной древесины. Оценка прочности может производиться разруша-

ющими и неразрушающими методами, с помощью математических моделей и метода конечных элементов.

Наиболее распространены и по большей части стандартизованы методы оценки прочности, основанные на выборочных испытаниях типовых образцов механическим разрушением на стадии выходного контроля готовой продукции. Методы разрушения образцов варьируются в зависимости от назначения клеёных заготовок, условий их эксплуатации. Прочность склеивания, как правило, оценивается предельным усилием, вызывающим разрушение образца.

Применяют испытания на сдвиг (скалывание), растяжение (отрыв), изгиб, кручение; многие стандарты на изделия с применением клеевых соединений по длине относят к основным требованиям, в частности, требования к прочности на изгиб (ГОСТы 24700-99, 30972-2002, 20850-2014).

Данные методы оценки прочности достаточно просты и информативны. К их недостаткам можно отнести необходимость специальной подготовки образцов и их разрушение в процессе испытаний, что затрудняет применение методов при выпуске малых партий деталей и требует использования дополнительных методов оценки прочности.

В отличие от механических испытаний, неразрушающие методы оценки качества склеивания могут быть применены к соединениям реальных размеров, расположенным в готовых изделиях, и использоваться для сплошного контроля. К таким методам относятся звуковые (акустические) методы на основе ультразвуковой дефектоскопии, радиоскопические, оптические и другие методы. Они достаточно хорошо коррелируют с методами разрушающего контроля и могут быть с достаточной степенью точности использованы для оценки прочности соединений [2]. К сложностям их применения относится необходимость использования узкоспециализированного оборудования.

Следующий способ оценки прочности соединений – расчётный, с помощью аналитических или эмпирических моделей. Существуют различные методы расчёта клеевых соединений на прочность. В частности, разработаны методы расчёта клеевых соединений на сдвиг З.Е. Шнуровым, А.Л. Рабиновичем, И.А. Скорым и другими учёными.

И.А. Скорый и В.А. Кузьменко предложили метод расчета прочности на неравномерный отрыв. Е.М. Знаменский получил математическую модель для расчёта напряжений при скалывании. Полученные модели характеризуются ограниченной сферой применения, поскольку разработаны для определенных условий и применимы для конкретных изученных типов соединений.

Методика 3D-моделирования на основе метода конечных элементов является эффективным аналитическим инструментом, используемым для прогнозирования механических свойств клеевых соединений. Подобный анализ позволяет учесть множество характеристик исследуемых

соединений, в том числе их геометрические параметры и анизотропность древесины [3].

Для оценки прочности соединений на многократные прямоугольные шипы, изготовленные способом прессования, авторами выбраны способы аналитического 3D-моделирования на основе метода конечных элементов и механических испытаний образцов по ГОСТам 15613.4 и 15613.5.

Результаты, полученные аналитическим и экспериментальным путём, показали хорошую корреляцию и позволили определить относительную прочность клеевых соединений. Для заготовок из древесины сосны с длиной прямоугольных шипов от 10 до 20 мм и шагом от 4,2 до 8,2 мм относительная прочность составила от 54,9 до 61,3 % (от прочности цельной древесины) при испытаниях на растяжение и до 90,8 % при испытаниях на изгиб. Получены экспериментальные расчётные модели для прогнозирования прочности соединений указанных типов.

Результаты исследований позволяют рекомендовать применение данных соединений в столярно-строительных и других изделиях.

Библиографический список

1. Vrazel M., Sellers Jr T. The effects of species, adhesive type, and cure temperature on the strength and durability of a structural finger-joint // Forest products journal. 2004. Т. 54. №. 3. С. 66–76.
2. Assessing stiffness on finger-jointed timber with different non-destructive testing techniques / T. Biechele, Y.H. Chui, M. Gong // The Future of Quality Control for Wood & Wood Products. 2010. С. 4–7.
3. Finite element analysis of tensile load resistance of mortise-and-tenon joints considering tenon fit effects / W.G. Hu, H.Y. Guan, J.L. Zhang // Wood and Fiber Science. 2018. Т. 50. №. 2. С. 121–131.