

УДК 33: 691.11

## ВЛИЯНИЕ СОРТНОСТИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ НА ПРОЧНОСТЬ КЛЕЕНОГО СТЕНОВОГО БРУСА

**Овсянников С.И., канд. техн. наук, доц.,  
Ковш А.Ю., магистр**

*(Белгородский государственный технологический  
университет им. В.Г. Шухова)*

*В работе рассмотрены вопросы качества клееного стенового бруса. Рассмотрено влияние пороков древесины в виде сучков на теплопроводности клееного бруса и качество клееного шва. Для математического моделирования свойств клееного бруса были проведены исследования размерно-качественных характеристик пороков в ламелях в зависимости от сортности. Представлен график зависимости внутренних напряжений в клеевых швах в зависимости от количества и размеров сучков в ламелях.*

**Актуальность.** Деревянное домостроение в нашей стране в последнее время возрождается и получает второе дыхание [3]. Основным направлением в деревянном домостроении является строительство из оцилиндрованных бревен и клееного профилированного бруса [5]. Наиболее эффективным является многослойный клееный профилированный брус, так как он не подвержен усадке при высыхании, более стойкий к грибковым поражениям, изготовление в заводских условиях обеспечивает высокую точность.

Клееный стеновой профилированный брус относится к высокотехнологичным материалам. Основные требования к клееной древесине регламентированы рядом нормативно-технических документов. На основании этих документов предприятия могут сами разрабатывать технические условия на различные виды клееной продукции.

**Анализ достижений и публикаций.** Клееный брус изготавливается из ламелей после удаления дефектных мест с пороками, что уменьшает полезный выход древесины [3, 4]. Но наличие пороков в виде сучков снижает физико-механические свойства, а именно, ухудшает теплопроводность и снижает прочностные свойства бруса. Пороки в виде сучков, встречающиеся в ламелях, являются концентраторами внутренних напряжений между слоями [2], так как с изменением влажности древесины степень разбухания и усыхания сучков значительно меньше, чем древесины. При циклическом изменении влажности, что характерно для наружных слоев стенового бруса возникающие внутренние напряжения приводит к разрушению древесины или клееного шва.

Исследованиями свойств древесины занимались многие ученые [1-8]. На этапах проектирования и производства клееного бруса существуют особенности, без учета которых невозможно обеспечить его качество и

выполнение эксплуатационных требований, в том числе - касающихся требований по теплозащите и прочности. При проектировании теплозащиты обычно используют рекомендации, приведенные в СНиП 23-02-2003, в частности - справочные данные о коэффициенте теплопроводности  $R_0$ , величина которого для клееного бруса на практике принимается как для цельной древесины. Отличием клееного бруса от цельной древесины является то, что он получается в результате склеивания ламелей, различающихся по количеству пороков в виде сучков и трещин. Ввиду отличий по плотности и направлению волокон, сучки обладают более высокой теплопроводностью. Следовательно, ошибка при проектировании ограждающих конструкций и отклонение от технического регламента производства клееного бруса может привести к увеличению дальнейших затрат на отопление зданий.

Наличие сучков в ламелях создает места концентрации внутренних напряжений при изменении влажности древесины. При разбухании древесины в местах наличия сучков возникают напряжения разрыва клееного шва, а при усыхании древесины сучки создают упор соседней ламели в клееном шве и внутренние напряжения разрыва концентрируются вокруг сучков. Многократное воздействие таких напряжений приводит к разрушению клееного шва или древесины в местах расположения сучков. В открывшиеся щели проникают влага и споры гнилостных грибов и плесени, что приводит к преждевременному разрушению древесины.

Поэтому, целью данной работы является исследование размерно-вероятностных характеристик наличия пороков в заготовках для стенового бруса из сосны и определение их влияния на прочностные свойства клееного бруса.

**Основной материал.** Так как для производства бруса используют ламели трех сортов, отличающиеся по количеству и размерам сучков, то для определения влияния сучковатости ламелей на коэффициент теплопроводности и надежности клееного шва бруса необходимо иметь статистические данные размерно-количественной характеристики встречаемости сучков в ламелях каждого сорта.

Для этого были проведены исследования образцов пиломатериалов на ОАО «Завод ЖБК-1», г. Белгород. В результате исследований определялись диаметр и частота встречаемости сучков в необрезных пиломатериалах, используемых для производства клееного бруса. После измерений пороков, пиломатериалы отправлялись на дальнейшую обработку по удалению участков с дефектами и сращивания по длине.

Для определения размеров и расположения пороков древесины (сучков, трещин, грибных поражений и пр.) определялась ось необрезной доски, относительно которой проводились измерения в направлениях параллельном и перпендикулярном оси доски, а именно производились замеры расстояний до порока от нижнего торца  $l$  и от оси («+» в левую  $a$  и «-» в правую  $k$  стороны). У каждой доски измерялись длина  $L$  и ее ширина в вершинной  $b$  и комлевой  $B$

частях по наружной (узкой) пласти (рис. 1). Основными пороками являлись сучки. Результаты измерений регистрировались в протоколе измерений.

Результаты измерений подвергались статистическим методам обработки, а именно определялись средние размеры сучков, доверительный интервал для 95% вероятности, относительная ошибка измерений. Результаты измерений представлены в виде графиков распределения размеров сучков в пиломатериалах в зависимости от сортности (рис. 3-4), и плотности их распределения на погонном метре (рис. 5).

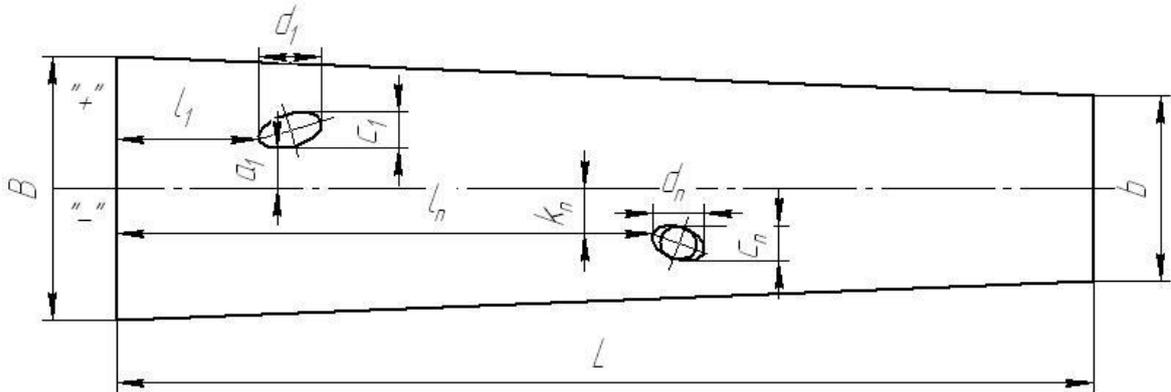


Рисунок 1 - Схема измерения пороков в пиломатериалах

Результаты расчетов сведены в табл. 1.

Таблица 1 - Размерно-количественные характеристики пиломатериалов в зависимости от сортности.

Сорт материалов	Диаметр сучков, мм	Количество сучков на 100 м.п.
А	$10 \pm 2,7$	$y = -0,3056x^3 + 2,7619x^2 - 5,7897x + 5$
В	$22 \pm 7,7$	$y = -0,0016x^3 - 0,0065x^2 + 1,6912x + 0,3014$
С	$25,5 \pm 13,3$	$y = 0,0016x^3 - 0,1566x^2 + 3,8672x - 4,3221$

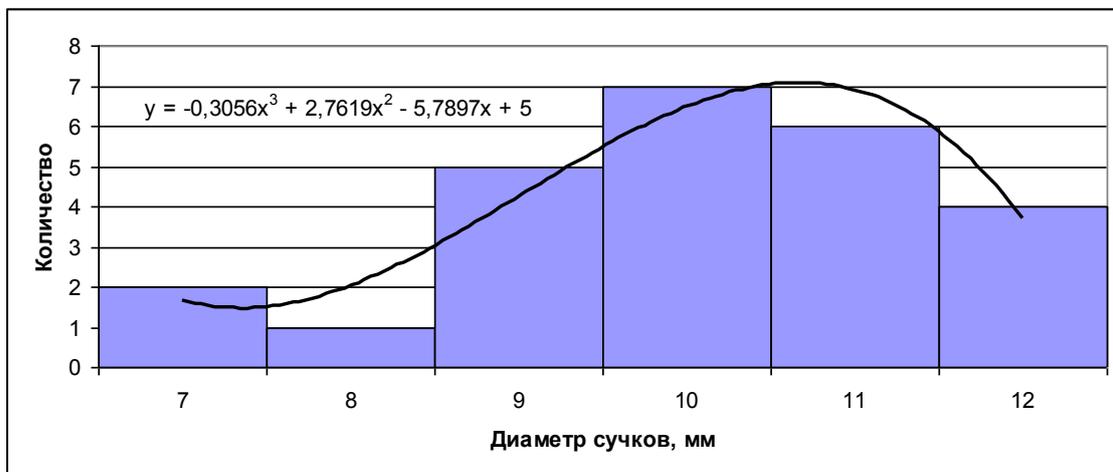


Рисунок 2 - Распределение сучков по диаметру в пиломатериалах сорта А.

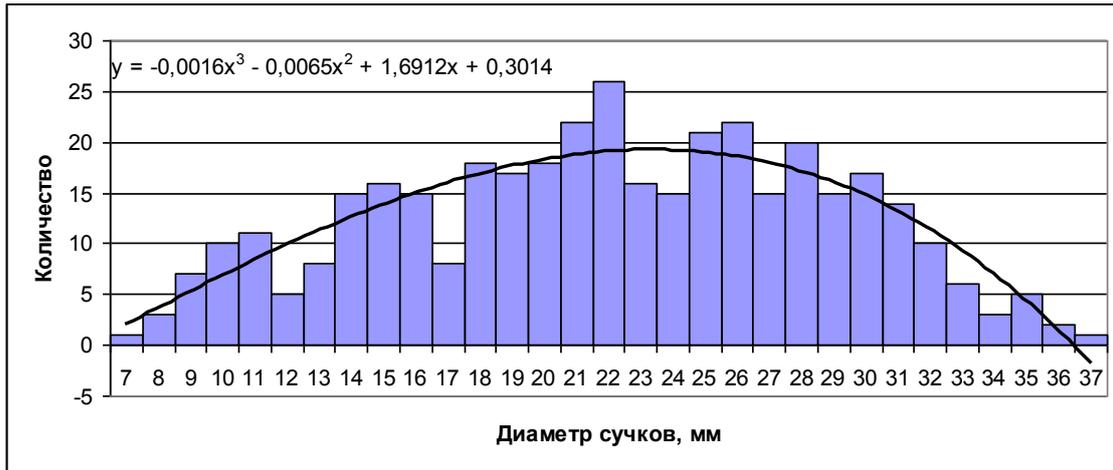


Рисунок 3 - Распределение сучков по диаметру в пиломатериалах сорта В.

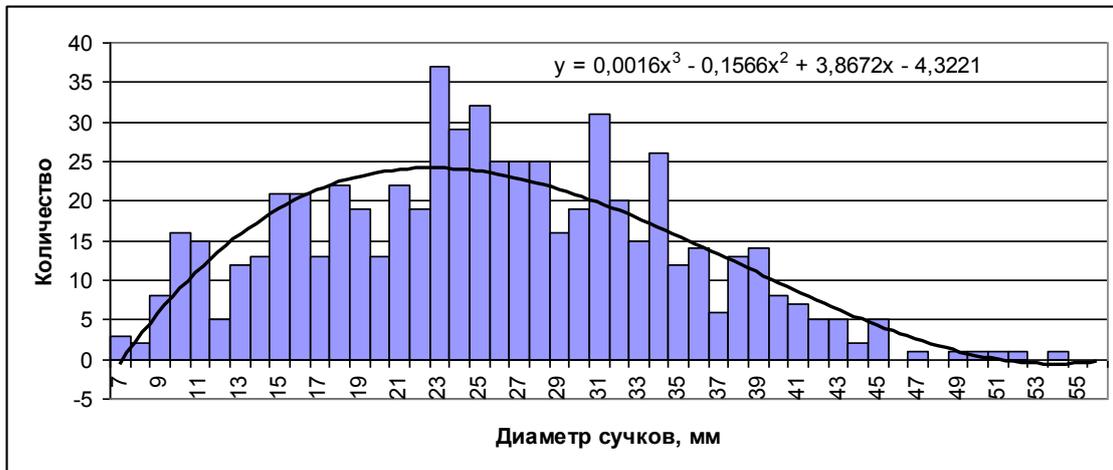


Рисунок 4 - Распределение сучков по диаметру в пиломатериалах сорта С.

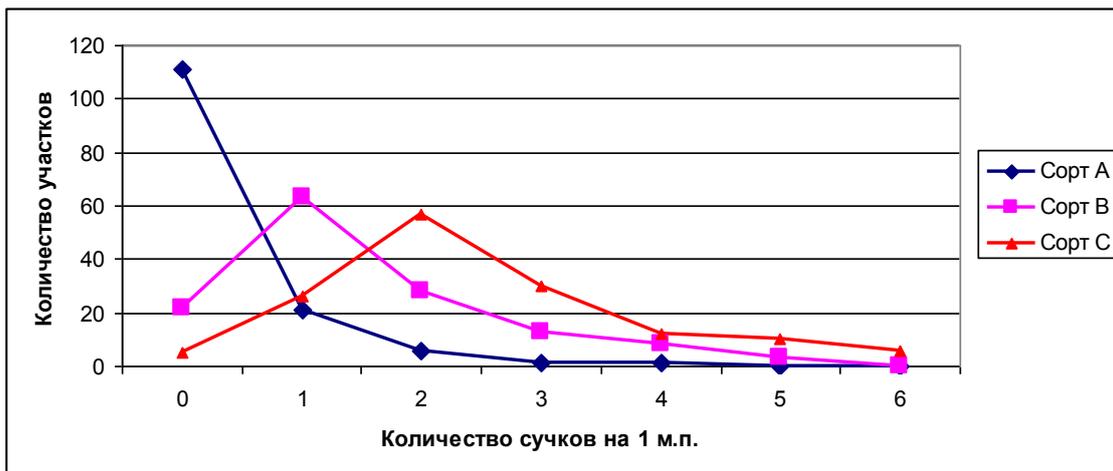


Рисунок 5 - Плотность распределения сучков в пиломатериалах различной сортности.

Используя проведенные натурные исследования, а также справочные данные и закономерности изменения коэффициента разбухания и усушки в

зависимости от влажности древесины, направления волокон, была разработана математическая модель для расчета внутренних напряжений клееного бруса, учитывающая диаметр и количество сучков в ламелях, а также число ламелей в брус. В ходе вычислительного эксперимента с использованием данной математической модели были рассчитаны значения внутренних напряжений при разных диаметрах сучков и их встречаемости на 1 метре длины. Расчеты представлены в виде диаграммы (рис. 6).

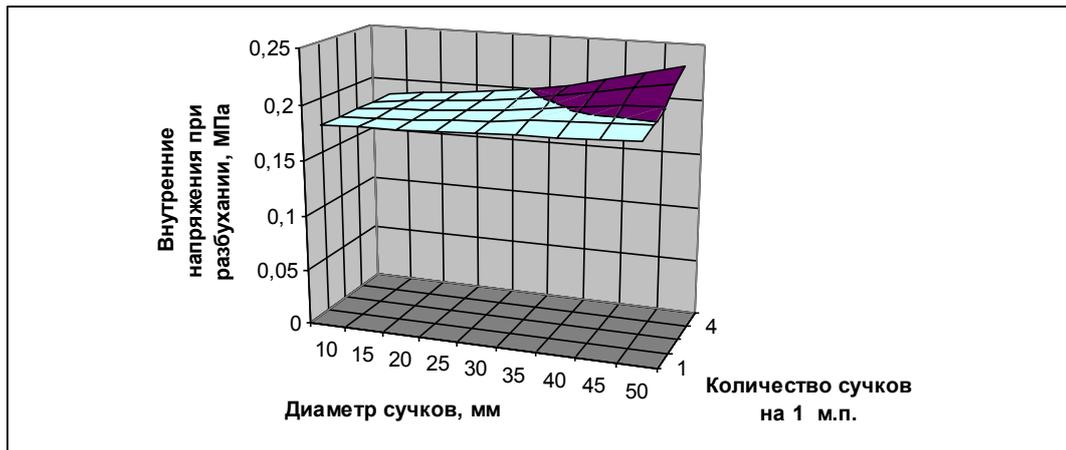


Рисунок 6 - Зависимость изменения внутренних напряжений в слоях клееной древесины от размерно-количественных параметров сучков в ламелях.

**Выводы.** Наличие сучков в ламелях клееного стенового бруса приводит к развитию внутренних напряжений при изменении влажности от первоначальной как в большую, так и меньшую стороны. Разработанная методика позволяет аналитическим путем определить значения внутренних напряжений в зависимости от размеров и количества сучков в ламелях.

### Список литературы

1. Уголев, Б.Н. Древесиноведческие проблемы на форумах 2010 г. / Б. Н. Уголев / Деревообрабатывающая промышленность. 2010. №3. - С. 20–22.
2. Овсянников С.И., Пшеничных К.В. Оптимизация раскроя листовых материалов с помощью прикладной компьютерной программы «Базис-мебельщик» / Сб. науч. трудов по материалам международной заочной научно-практической конференции «Эколого- и ресурсосберегающие технологии и системы в лесном и сельском хозяйстве», ВГЛТА, - Воронеж : 2014, № 3, часть 4. - С. 347 – 351.
3. Овсянников С.И., Богданов И.И. Федоренко А.В. Экологические аспекты деревянного домостроения / Энерго- и ресурсосберегающие экологически чистые химико-технологические процессы защиты окружающей среды: сб. докл. Междунар. науч.-техн. конф., Белгород, 24–25 ноября, 2015 г. - Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. Ч. II. - С. 236-242.

4. Овсянников С.И., Агеева М.С., Нестеренко М.Ю. Исследование микроструктуры древесины / Наук. видання Вісн. ХНТУСГ, вип. 166 «Деревооброблювальних технологій та системотехніка лісового комплексу», - Х.: 2015. - С. 101-109.

5. Овсянников С.И., Ковшик Д., Грошиков В. Обоснование метода импульсной импрегнации древесины. Наук. видання Вісн. ХНТУСГ, вип. 155 «Іноваційні технології деревообробної промисловості та механізації процесів у лісовому комплексі», - Х.: 2014. - С. 137 – 141.

6. Станко, Я.Н. Древесные породы и основные пороки древесины. Иллюстрированное справочное пособие для работников таможенной службы / Я.Н. Станко, Г.А. Горбачева; под ред. Н.М. Шматкова, А.В. Беляковой; Всемирный фонд дикой природы (WWF). - М., 2010. - 155, с.

7. Зайцева К.В., Титунин. А.А. Разработка методики определения эксплуатационных параметров клееного бруса / Вестник Московского государственного университета леса // Лесной вестник. 2008. № 6. - С. 67–71.

8. Овсянников С.И., Чачия В. Р., Нездоймышапка Ю. Н. Производство древесной и растительной муки для древеснополимерных композитов // Лісове господарство, лісова, паперова і дерево обробна промисловість : міжвідомчий науково-технічний збірник. Львів: НЛТУ України. 2011, Вип. 37.1. - С. 111-114.

#### **Анотація.**

### **ВПЛИВ СОРТНОСТІ ПИЛОМАТЕРІАЛІВ НА МІЦНІСТЬ КЛЕЄНОГО СТИНОВОГО БРУСУ**

**Овсянніков С.І., Ковш А.В.**

*В роботі розглянуто питання якості клеєного бруса. Розглянуто вплив вад деревини у вигляді сучків на міцність і теплопровідність клеєного бруса та якості клеєного шва. Для математичного моделювання властивостей клеєного бруса були проведені дослідження розмірно-якісних характеристик вад в ламелях в залежності від сортності. Представлений графік залежності внутрішніх напружень у клеєних швах в залежності від кількості і розмірів сучків в ламелях.*

#### **Abstract.**

### **INFLUENCE GRADE TIMBER STRENGTH GLUED WALL BEAM**

**Ovsyannikov S., Kovsch A.**

*The paper considers the issues of quality laminated wall beams. The influence of wood defects in the form of knots on thermal conductivity of laminated veneer lumber and the quality of the adhesive joint. Mathematical modeling of properties of glued laminated timber studies have been conducted size-quality characteristics of the defects in the lamellas depending on the grade. Shows a graph of internal stresses in adhesive joints depending on the number and size of knots in the slats.*