

УДК 624.21:691.116

*В.П. Стуков*

## **ОСОБЕННОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МНОГОСЛОЙНОЙ МОСТОВОЙ БАЛКИ ИЗ КЛЕЕНОЙ ДРЕВЕСИНЫ**

Исследованы некоторые операции изготовления многослойных мостовых балок, способствующие существенному повышению их качества

*Ключевые слова:* мостовые балки, клееная древесина, особенности изготовления, контроль качества.

Многослойные мостовые балки из клееной древесины длиной до 18 ... 20 м вместе с рамами и арками являются наиболее сложными строительными изделиями. В последнее десятилетие их изготовление практически прекратилось.

Основной причиной недостаточного внедрения клееной древесины в мостостроение стала дороговизна изделий при низком качестве продукции отечественного производства. Отсутствует государственная программа строительства современных деревянных мостов. Как в практике строительства, так и в нормативных документах мост из древесины рассматривали как временный, впоследствии заменяемый на мост из железобетона или стали.

В настоящее время производство клееной древесины сориентировано на выпуск несложного ассортимента изделий щита деревянного клееного, вагонки, плинтуса и пр.

В практике отечественного производства крупноразмерных элементов часто опускаются или не на должном уровне проводятся некоторые операции, что существенно влияет на качество конечного продукта.

Традиционно процесс производства мостовых балок включает: отбор и подготовку пиломатериалов из ели, режы сосны; сращивание и строгание пластин, обмазку их клеем, сборку пластин в заготовку, прессование клееной балки, обработку клееных балок, надзор за их качеством.

В задачу наших исследований входили следующие операции изготовления многослойных большепролетных мостовых балок:

- машинная сортировка по прочности пиломатериалов, предназначенных для склеивания;
- контроль чистоты обработки склеиваемых поверхностей;
- выдерживание временного интервала между строганием поверхности и склеиванием пластин;
- сборка заготовок;
- контроль качества.

При подготовке пиломатериалов сортировку их по прочности часто производят визуально по наличию сортообразующих пороков. Однако опыт показал, что такая сортировка очень неточна. Наличие пороков (главным

образом сучков) сложным образом связано с прочностью конкретных сортиментов ввиду многообразия сучков и наличия трудно учитываемых факторов: наклон волокон, плотность древесины, выход сучка на кромку и т. п. В настоящее время разработаны и в зарубежной практике нашли широкое применение механические установки для сортировки пиломатериалов по прочности. Машинная сортировка позволяет разбить партию пиломатериалов на три категории: первую используют в растянутой зоне деревоклееной балки, вторую – в сжатой зоне, третью – в средней части балки. Такая подсортировка позволяет уменьшить сечение клееных элементов на 20 % при гарантированном запасе прочности [1].

В отечественном производстве клееной древесины для машинной сортировки по прочности использовали установку «Timgrader Raute» (Финляндия), предназначенную для механической сортировки пиломатериалов в Финляндии (VTT), Англии (BSI), Швеции (Statens Planverk) согласно стандартам этих стран. Установка может входить в состав отдельной сортировочной линии или встраиваться в линию строгания. При сортировке доски разделяют на три категории, одновременно отмечают наиболее слабые части досок для их вырезки на участке торцовки. Машинная сортировка позволяет в забракованной доске оставить участки деловой древесины (пиломатериала), отвечающие требованиям той или иной категории, и запустить их в дальнейшее производство. Здесь в полной мере реализуется принцип использования в клееной древесине коротких пиломатериалов, что удешевляет выпускаемую продукцию.

При подготовке пиломатериалов к склеиванию большое значение имеет чистота обработки поверхностей. Они должны быть гладкими, ровными, свободными от следов механической обработки, поврежденных волокон и других поверхностных дефектов [2]. Опыт показывает, что оптимальной операцией подготовки поверхности древесины к склеиванию является цилиндрическое фрезерование (строгание), которое обычно обеспечивает чистоту поверхности не ниже 200 мкм. При изношенности оборудования, плохой заточке инструмента качество обработки поверхности может уменьшаться. В деревоклееных балках некоторых автодорожных мостов, эксплуатируемых в Архангельской области, были выявлены случаи интенсивного растрескивания клеевых швов [3]. Позже выяснилось, что при выполнении ряда заказов были допущены значительные отклонения в чистоте обработки поверхности для склеивания по пласти. По нашему мнению, при затвердевании клея, которым пропитывают поврежденные волокна, снижается адгезия. При эксплуатации мостового сооружения в условиях динамических нагрузок и жесткого температурно-влажностного режима клеевые швы с подобными нарушениями технологии производства подвергаются повышенному растрескиванию. В практике зарубежного производства [2] для улучшения качества поверхностей склеивания предлагают их шлифовку с использованием мелкозернистых шлифовальных материалов. Мнение о лучшем склеивании шероховатых поверхностей считается ошибочным.

При строгании пиломатериалов следует тщательно следить за сроками исполнения следующего технологического процесса – склеивания. Разрыв между этими процессами не должен превышать 4 ... 8 ч, поскольку под воздействием различных факторов окружающей среды поверхность древесины стареет и ухудшается способность к смачиванию клеем, обеспечивающим молекулярный контакт жидкого адгезива и субстрата. Как показывает опыт, создавая резерв строганных досок для последующего склеивания, забывают о сроках их использования в ущерб качеству продукции.

Следует отказаться от варианта ручной сборки пластин в заготовку многослойной большепролетной балки, так как существует опасность превышения сроков жизнеспособности клея из-за значительного объема подготовленной для сборки древесины и сравнительно короткого технологического периода сборки. Малая вязкость клея, требуемая технологией нанесения на поверхность пластины (доски), недопустима при сборке, когда необходима повышенная концентрация клея для ускорения отверждения и получения более качественного клевого шва. Поэтому существует открытая выдержка до 30 мин, в течение которой доски с нанесенным на них клеем выдерживают для повышения его концентрации в результате испарения растворителя. Этот прием отнимает значительную часть времени жизнеспособности клея. Сборка и прессование (достижение полного давления) должны происходить в период закрытой выдержки. Если по каким-то причинам технологический процесс выйдет за рамки жизнеспособности клея, то желеобразная масса, в которую переходит жидкий клей, теряет способность к адгезии и не растворяется в воде. Например, для широко распространенных резорциновых клеев время закрытой выдержки не превышает 1,5 ... 2,0 ч, что не так уж много для ручной сборки крупногабаритных клееных элементов с последующим прессованием. Кроме того, ручная сборка в отличие от машинной не имеет резервов для подъема производительности и удешевления выпускаемой продукции.

Мостовые балки являются несущими конструкциями, предназначенными для длительных сроков эксплуатации, поэтому контроль их качества строго регламентирован и осуществляется непрерывно на трех стадиях: входной, текущий и выходной.

На стадии входного контроля оценивают качество предназначенной для склеивания древесины. В отличие от производства столярных изделий, где достаточен выборочный контроль, при производстве многослойных балок следует предъявлять повышенные требования к качеству сырья и материалов и применять сплошной контроль с оценкой нормативных показателей (влажность и напряжения в пиломатериалах после сушки, условная вязкость клеев (ГОСТ 9070–75), их жизнеспособность и т. д.).

Текущий контроль представляет собой надзор за параметрами изготовления и напрямую связан с операционным – контролем продукции или технологического процесса во время выполнения или сразу после завершения конкретной технологической операции. Поскольку балки являются крупными элементами и количество выпускаемой продукции за смену ис-

числяется единицами, то контроль должен быть активным, т. е. осуществляемым в процессе производства с помощью измерительных приборов, встроенных в технологическое оборудование и используемых в управлении процессом производства.

Этот вид контроля осуществляют при сортировке по прочности и при склеивании, когда расход клея (не менее  $350 \text{ г/м}^2$ ) определяют визуально или весовым методом. Контролируют также торцовое давление запрессовки и продолжительность действия полного торцового давления в случае зубчатого клеевого соединения. Для проверки качества клеевых соединений проводят систематические механические испытания (по ГОСТ 25584–90, ГОСТ 15613.1–84).

После склеивания заготовок по длине и последующего строгания проверяют качество поверхностей склеивания, что важно для последующего склеивания пиломатериалов по сечению (по ГОСТ 7016–82).

При прессовании вместе с контролем работы кассет и прессы отслеживают процесс отверждения клея в швах. Для ускорения отверждения клея используют конвективный нагрев, длительность которого определяется временем достижения соединением технологической прочности. Отверждение клея проверяют после дополнительной выдержки изделия в цехе или камере нагрева при определенной температуре.

Послепрессовая обработка клееных балок имеет свои особенности, связанные с большими габаритами изделий (опиловка торцов, строгание пластей, боковая калибровка балок, отделка балки, в том числе закругление кромок, выборка отверстий, пазов и т. д.).

Для улучшения эксплуатационных свойств производят антисептирование и антипирирование клееных балок.

В ходе выходного контроля определяют качество клеевых соединений и всей балки. Особое внимание уделяют качеству склеивания. Бракуют балки, имеющие несклеенные участки длиной более 150 мм, толстые клеевые швы (более 1 мм), выступы досок (свесы) более чем на 7 % ширины в сторону от вертикали пакета и другие дефекты, оговоренные нормативными документами.

Для проверки качества склеивания балки испытывают на изгиб до разрушения в соответствии с нормативными требованиями. Для этого из каждой партии отбирают худшие по внешнему виду балки. В процессе испытаний отмечают моменты образования сколов, трещин, складок, разрывов досок и т.п., измеряют прогибы балки. Части балки, оставшиеся после разрушения, используют для определения прочности и водостойкости клеевых швов.

Результаты наших исследований направлены на улучшение технологии производства многослойных балок из клееной древесины в соответствии с требованиями их длительной эксплуатации в мостовом сооружении.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник по лесопилению / Ю.А. Варфоломеев, И.С. Дружин, Ю.А. Дьячков и др.; Под ред. А.М. Копейкина.-2-е изд., перераб. и доп. – М.: Экология, 1991. – 496 с.

2. Справочное руководство по древесине / Лаборатория лесных продуктов США; Пер. с англ. Я.П. Горелика и Т.В. Михайловой; Под ред. С.Н. Горшина, А.Н. Кириллова, В.Е. Кузнецова и др. – М.: Лесн. пром-сть, 1979. – 544 с.

3. *Стуков В.П.* Мосты с балками комбинированного сечения из клееной древесины и железобетона / Арханг. гос. техн. ун-т. – Архангельск, 1997. – 175 с.

Архангельский государственный  
технический университет

Поступила 16.02.04

*V.P. Stukov*

### **Peculiarities of Producing Laminated Bridge Beam Made of Glued Wood**

Some operations of producing laminated bridge beams resulting in sufficient upgrading are investigated.

