

# СТРУКТУРА ДРЕВЕСИНЫ ЛИСТВЕННИЦЫ В ПРОЦЕССЕ ПЛАСТИФИКАЦИИ И ГНУТЬЯ

© В. Л. Соколов

УДК 674.048

ГОУ ВПО «Сибирский государственный технологический университет» г. Красноярск, Россия

Рассмотрено микростроение древесины лиственницы и его изменение в результате обработки пластифицирующими составами. Выделено три группы клеток, отличающихся механическими свойствами. По данным ранее проведенных исследований, установлены анатомические элементы, наиболее подверженные действию пластифицирующих составов.

Выдвинута гипотеза о характере деформаций анатомических элементов древесины лиственницы при гнутье. Приведено описание экспериментальных данных по гнутью древесины лиственницы, пластифицированной низкомолекулярными неорганическими жидкостями.

Выявлен характер разрушения образцов при гнутье. Показано, что разрушение образцов происходит по границе ранней и поздней зон годичного слоя. В зоне сжатия образцов отмечено наличие складок, в зоне растяжения образцов - разрывы древесины.

It Is Considered wood construction larches and its change to result of processing enlarging resilience compositions. It Is Chosen three groups of hutches, differing mechanical characteristics. As of earlier ed studies are installed the anatomical elements most subject to action enlarging resilience compositions.

Hypothesis is Brought Forth about nature of deforming the anatomical elements wood larches under bend. It Is Brought description experimental given on will bend древесины larches, with increased resilience by inorganic liquids.

Nature of destruction of samples is Revealled under bend. It Is Shown that destruction of samples occurs on border early and late zone annual layer. In zone of compression of samples is noted presence of pleats, in zone of sprain of samples breakups wood.

## Введение

Древесина хвойных пород традиционно широко используется в производстве мебели и столярных строительных конструкций. В настоящее время в дизайне данных видов изделий прослеживается устойчивая тенденция ухода от прямолинейных форм. В большинстве случаев проблема получения криволинейных поверхностей решается при использовании операции профильного фрезерования склеенных между собой заготовок, форма и сечение которых максимально приближена к требуемой. При этом используются различные виды концевых соединений, которые ослабляют конструкцию. Кроме того, при фрезеровании происходит перерезание волокон древесины, что приводит к ослаблению элементов конструкций, работающих на сжатие. Другой серьезный недостаток данного подхода - увеличение трудозатрат на подгонку и склеивание сопряженных деталей при формировании криволинейного участка, достаточно большая часть высококачественной древесины теряется в виде отходов.

Решением проблемы получения криволинейных заготовок с высокими прочностными показателями при условии

снижения материало- и трудозатрат является использование операции гнутья.

Технология гнутья состоит из следующих операций: пропитка древесины пластифицирующим составом или пластификация в результате гидротермической обработки; непосредственно гнутье – придание заготовке криволинейности и стабилизация формы; сушка заготовок до конечной влажности.

В качестве пластификатора древесины может быть использована любая жидкость, вызывающая набухание древесины или частичную деструкцию ее компонентов, что приводит к большей подвижности элементов микроструктуры относительно друг друга.

Анализ ранее проведенных исследований показал, что в качестве пластификатора может быть использован аммиак, водный раствор карбамида, а также кислоты и щелочи [1-4].

Более интенсивное воздействие реагентов на компоненты клеточных стенок проводящих элементов будет протекать в течение первых часов после пропитки, в дальнейшем, в результате снижения концентрации раствора и его диффузии в клеточные стенки элементов древесины, интенсивность воздействия снижается.

Таким образом, после проведения пропитки и выгрузки заготовок необходимо производить технологическую выдержку.

При использовании полярных жидкостей, позволяющих перевести древесину в «сверхнабухшее» состояние, также необходимо некоторое время для более полной диффузии пластификатора в клеточные стенки [4].

Снижение концентрации пластификатора более интенсивно будет происходить при пропитке древесины с влажностью 30 % и более, поскольку состав будет разбавляться водой, содержащейся в полостях клеток.

Очевидно, что растворы пластификаторов будут оказывать наибольшее воздействие на анатомические элементы, которые являются путями переноса пропиточной жидкости. В связи с этим при прогнозе изменений структуры пластифицированной древесины, происходящих при деформировании, необходимо учитывать особенности ее пропитки.

#### **Теоретические исследования**

При изгибе в заготовке можно выделить три основные зоны: зону сжатия, зону растяжения и нейтральную линию, в пределах которой не происходит изменение длины заготовки. При прогнозировании возможных радиусов изгиба заготовок в качестве косвенных характеристик могут быть использованы величина относительных деформаций древесины при сжатии и растяжении, для характеристики пластификатора – величина разбухания в тангенциальном направлении и пределы прочности при данных видах нагружения [3, 5].

В случае использования в качестве пластифицирующего воздействия гидротермической обработки, склонность элементов к деформированию определяется их температурой и влажностью. Пропаривание и проваривание позволяют получать достаточно равномерное распределение данных показателей по сечению заготовки. При этом способность к деформированию определяется толщиной клеточных стенок. В первую очередь деформации подвержены анатомические элементы, имеющие широкие полости и тонкие клеточные стенки, в древесине хвойных пород такое строение имеют вертикальные трахеиды ранней зоны годичного слоя.

В случае использования химической пластификации древесины в список факторов, оказывающих влияние на деформативность элементов древесины (при однородности их химического строения), следует включить концентрацию, величину поглощения пропиточного состава и время с начала обработки.

Определяющее значение при пропитке заготовок для гнутья имеет проникновение в направлении поперек волокон. Данные достаточно большого количества исследований путей переноса в древесине лиственницы показывают, что проникновение модифицирующего раствора в первую очередь происходит по клеткам сердцевинных лучей. Анализ особенностей анатомического строения сердцевинных лучей позволил установить зависимость между числом лучевых трахеид и проницаемостью хвойной древесины [6].

Для разработки модели структуры древесины лиственницы в процессе гнутья необходимо рассмотреть особенности ее пропитки жидкостями. Достаточно полная информация по данному вопросу приведена в монографии Е. В. Харук [7].

В заболони свежесрубленной древесины лиственницы часто отмечается лучшее проникновение раствора по последним двум-трем рядам клеток поздней зоны годичного слоя. Их лучшая проницаемость связана по данным с незаконченностью процесса лигнификации и физиологической незаконченностью развития клеток в целом.

Для ядровой древесины лиственницы характерно распределение окрашивающего состава в зависимости от ширины годичного слоя. При нормальной ширине окрашивается часть поздних трахеид на границе с ранней зоной. В случае интенсивной пропитки окрашиваются ряды клеток вдоль сердцевинных лучей. В узкослойной древесине поздняя зона годичного слоя окрашивается полностью. Ранние трахеиды во всех случаях окрашиваются частично, в виде пятен, расположенных возле поздней зоны.

В свежесрубленной древесине (заболонная часть ствола) проникновение раствора происходит по ранней зоне годичного слоя. В ядровой древесине и заболони, высушенной ниже предела гигроскопичности, – по поздней зоне.

Учитывая вышеизложенное, можно предложить следующее описание процесса химической пластификации древесины

лиственницы. В начале пропитки происходит продвижение раствора от поверхности в глубь заготовки. При этом протекает делигнификация проводящих элементов, фронт раствора с растворенным лигнином продвигается в глубь материала и происходит заполнение полостей сопряженных с сердцевинными лучами трахеид.

Попадая в полости клеток, пропиточный состав сначала воздействует на слой S3, постепенно проникая во внутренние слои клеточной оболочки и растворяя ее компоненты [8]. Перешедший в раствор лигнин локализуется в полостях клеток. Растворенная часть лигнина из полостей клеток, вскрытых при механической обработке заготовок, переходит в пропиточный раствор.

По мере продвижения фронта пропитки к центру сортимента концентрация реагента снижается, поскольку раствор смешивается с водой, содержащейся в полостях клеток, а количество растворенного лигнина увеличивается.

Поскольку первичная стенка не склонна к разбуханию в случае помещения волокна в реагент, вызывающий сильное разбухание

вторичной стенки, то пластификация древесины лиственницы может происходить за счет разрывов между первичными и вторичными слоями клеточной стенки [8].

Учитывая, что эффективность пластификации клеточных стенок определяется интенсивностью их делигнификации и данные о распределении пропиточных составов [9], можно предложить следующую схему разбивки сечения заготовки на зоны по критерию эластичности древесины (рисунок 1).

На микроскопическом уровне в древесине лиственницы можно выделить три характерных группы элементов по способности изменять форму под действием внешних нагрузок. Лучше всего будут деформироваться ранние трахеиды, имеющие широкие полости и тонкие клеточные стенки, минимальная деформация будет наблюдаться у поздних трахеид. В заболонной древесине можно выделить третий, переходный по эластичности слой, его составляют 2-3 последних ряда трахеид поздней зоны.

Наличие всех трех групп клеток возможно в зоне умеренной пропитки образца, полученного из заболони, ближе к его центральной части.

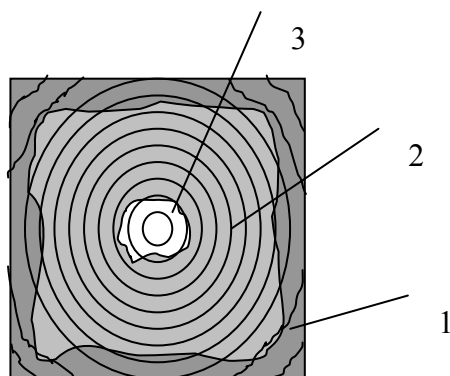


Рисунок 1 – Распределение эластичности древесины по сечению образца

1- зона максимальной эластичности; 2 – зона умеренной эластичности; 3 – зона непропитанной древесины (эластичность за счет влажности и температуры)

#### Экспериментальные исследования

Образцы из ядровой и заболонной древесины лиственницы (сечением 20x20 мм и длиной 300 мм), не содержащие пороки, оказывающие влияние на прочностные показатели, пропитывались в автоклаве в течение 120 минут при избыточном давлении 0,4 МПа. Для равномерного распределения состава (КОН с рН=12) по толщине образец выдерживался в условиях лаборатории в течение 1 суток.

Изгиб образцов производился в ручном прессе в матрице с расчетным радиусом загиба [5], далее осуществлялась выдержка образцов без снятия нагрузки в течение 10 суток. После выгрузки образцов из матрицы проводился их визуальный осмотр.

Более половины от общего числа образцов имели разрушения по граница годичного слоя (по ранней зоне), что свидетельствует о значительном ослаблении ранних трахеид при пластификации. В зоне

сжатия наблюдались разрушения в виде складок, в зоне растяжения – в виде разрывов поздней зоны годичного слоя.

В результате микроскопических исследований установлен характер деформации анатомических элементов древесины лиственницы при гнутье. Сердцевинные лучи на микросрезах деформированы и имеют вид зигзага. В большей степени деформации подверглись ранние трахеиды, клетки поздней зоны годичного слоя несколько сжаты в радиальном направлении.

#### **Библиографический список**

1. Калниньш, А.И., Дарзиньш, Т.А., Берзиньш Г. Б. Новый способ производства пластифицированной древесины// Химическая переработка и защита древесины.- Рига: Изд-во АНЛССР, 1964. С.5-11.

2. Эриньш, П.П., Одинцов, П.Н. Изменение субмикроскопической структуры древесины при ее пластификации растворами едкого натра и серной кислоты // Модификация древесины.- Рига: Изд-во «Зинатне», 1967.С. 23-30.

3. Калниньш, А.И., Сергеева, В.Н., Крейнцберг, З.Н., Грабовский Я.К. Действие 25% водного раствора аммиака на древесину// Модификация древесины. -Рига: Изд-во «Зинатне», 1967.С 7-14.

4. Черепанов, В.Н. Термохимическая обработка древесины перед гнутьем//Новое в

технике и технологии деревообработки, УкрНИИТИ, К., 1968. С. 24-29.

5. Соколов, В.Л. Метод расчета радиусов загиба заготовок из древесины хвойных пород// Лесной комплекс: состояние и перспективы развития. Сб. научн. тр. Вып. 6.- Брянск, 2003. С 69-71.

6. Ермолин, В.Н. Анатомические основы проницаемости древесины хвойных пород// Технология и оборудование деревообрабатывающих производств: Межвуз. сб. научн. тр.- СПб, 1998.- С. 78-81.

7. Харук, Е.В. Проницаемость древесины жидкостями и газами.- Новосибирск.: Наука, 1976, 190с.

8. Москалева, В.Е., Брянцева, З.Е. Некоторые данные об ультраструктуре клеточной стенки древесины лиственницы.// Исследование древесины и материалов на ее основе. Сб. тр. института леса и древесины им. В. Н. Сукачева. Красноярск, 1971, С. 5-15.

9. Соколов, В.Л., Ермолин, В.Н. Исследование распределения составов по глубине пропитанной зоны в древесине хвойных пород// Лесной комплекс – проблемы и решения. Сб. статей по результатам всеросс. научн.-практ. конф. СибГТУ, Том 1, г. Красноярск, 2001.- С 337-340.

