

1. Чудинов Б.С. Теория тепловой обработки древесины. Наука. - М. -1968.-255с.
2. Волынский В.Н. Взаимосвязь показателей чистой древесины. Архангельский АГТУ.-2005.

Левинский Ю.Б., Савина В.В. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

Савельев В.В. (Тюменская гос. с/х академия, г. Тюмень, РФ)

ГНУТЬЕ ДРЕВЕСИНЫ, ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ПЛАСТИФИЦИРОВАННОЙ В ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ ПОЛЯХ

THE BENDING OF WOOD, PRELIMINARY PLASTICIZE IN HIGH-FREQUENCY FIELDS

Пластификация древесины путем обработки и насыщения ее различными химически активными продуктами широко применяется в производстве многих видов изделий, так как является наиболее эффективным и хорошо опробованным методом регулирования свойств материала со столь сложной физико-механической и биологической структурой. Как известно, повысить пластичность древесины можно ее нагреванием в определенном термовлажностном состоянии самой среды и заготовок, подвергаемых модификации. Все это делается для того, чтобы получить в итоге такой древесный материал, который мог бы сохранить целостность своей структуры при значительных деформациях, ударных нагрузках, резании и т.п. Особенно важной оказывается эта проблема при изготовлении гнутоклееных деталей, заготовок и конструкций различного назначения. Как правило, применяют гнутье блока заготовок непосредственно в процессе склеивания тонких пластин (лущеный шпон, пластины – ламели из ценной древесины). При этом плиты формовочного пресса следует нагревать до высокой температуры, чтобы получить большой эффект пластификации древесины, но в то же время необходимо исключить термодеструкцию клея. В случаях, когда изготавливают конструкции большого сечения из ламелей значительной толщины (25мм и более), то необходимо обеспечивать выполнение следующих условий:

- повысить пластичность используемых материалов (клея и древесины);
- не использовать слишком малые по величине радиусы изгиба, или профилирования конструкций и деталей, их составляющих;
- до сборки и склеивания производить предварительное гнутье заготовок и фиксировать полученную форму по максимуму.

Лучшим материалом для гнутья являются заготовки, в которых годовичные слои расположены перпендикулярно к плоскости изгиба (радиальная распиловка). Для большой эластичности, а, следовательно, податливости древесины в процессе гнутья, заготовки подвергают гидротермической обработке – провариванию или пропариванию в воде. Например, для древесины сосны были рекомендованы следующие условия обработки [1]: пропаривание при температуре воды 90 – 100 °С 10, 20, 45 и 60 минут со-

ответственно для толщины 6, 10, 15 и 20мм, и начальной влажности древесины более 30%. Если принять температуру водной среды 60°, то продолжительность обработки возрастает в 1,5 – 2 раза, а при $t_b = 15^\circ$ - в 15 – 20 раз. После сушки и фиксации заданной при гнутье формы получается достаточно качественная заготовка, не имеющая резко выраженных дефектов и следов разрешения древесины. Упругость ее будет зависеть от толщины материала, содержания влаги, температуры и продолжительности гнутья. На схеме (рис. 1) показано, что при усушке или разбухании будет изменяться и радиус кривизны R , причем, если это происходит в составе неоднослойной клееной конструкции, например, арки или фермы, то следует ожидать появления в ней значительных внутренних напряжений, способствующих снижению прочности клеевых соединений. Такое состояние можно прогнозировать по условиям эксплуатации изделий и заранее проводить гнутье до оптимальных параметров профилирования, например на 10 – 20% уменьшая радиус кривизны. Так, при радиальной усушке в 1% угол между концами изменится на 1%, а при разбухании – будет обратная картина.

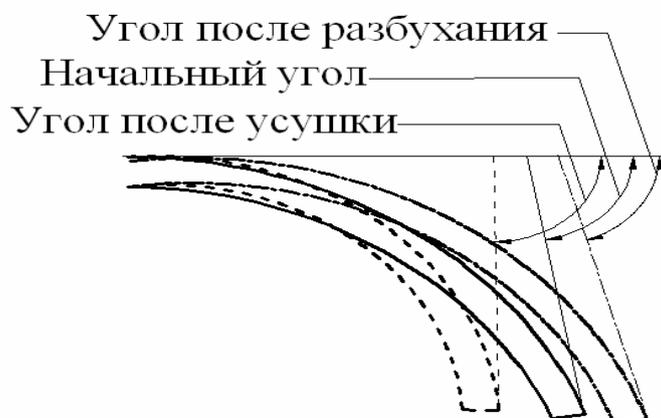


Рисунок 1 – Схема изменения кривизны цельной гнутой заготовки при усушке и разбухании древесины

Пластификации древесины с целью ее последующего гнутья можно достичь относительно простыми способами такими, как пропитка растворами карбамида, щелочей и т.п. При этом достигается достаточно высокая деформативность древесины, что является крайне необходимым при получении изогнутых форм различных деталей. Тем не менее, в условиях нашей задачи этот путь не всегда эффективен и технологичен.

Если конечным продуктом являются криволинейные балки или конструкционные заготовки для столярно-строительных изделий, то необходимо обеспечить следующее:

- оптимальный уровень влажности древесины под склеивание определенными клеевыми составами;
- высокую чистоту (в т.ч. и химическую) поверхности склеиваемых заготовок и предрасположенность ее к качественной адгезии при контакте с клеем и в процессе его отверждения;
- максимальное сохранение природного потенциала физико-механических свойств древесины, в частности, прочности при различных видах нагружений;
- удобство в работе с материалами на всех этапах изготовления несущих гнутых клееных конструкций любого масштаба.

В любом случае целенаправленное деформирование древесного материала требует учитывать структуру древесины и характеристики силовых воздействий. Во-первых, значительно различаются сопротивления сжатию и растяжению вдоль волокон (примерно вдвое). Во-вторых, надежность растягиваемых элементов древесины может оказаться невысокой, т.к. при этом виде нагружений проявляется смятие и скалывание вдоль волокон, что характеризуется весьма малыми сопротивлениями. Причем, скалывание встречается как в чистом виде, так и в сопровождении растяжения или сжатия при изгибе. Физико-механические показатели древесины очень изменчивы и по некоторым данным вариации составляют от 8 до 35% [1]. Это обусловлено совокупностью влияния многих факторов, и, прежде всего, строением и состоянием самого материала. Например, величина сопротивления древесины разрушению в зависимости от ее влажности рассчитываются по формуле:

$$R_{15} = R_w [1 + \alpha(W - 15)]$$

где R_{15} – сопротивление при влажности 15%, МПа;
 R_w – сопротивление при фактическом значении влажности W , МПа;
 α – коэффициент, зависящий от вида сопротивления и породы древесины (табл. 1).

Таблица 1 – Значения коэффициента α

Характеристика механического воздействия	α
Растяжение вдоль волокон	0,01-0,02
Сжатие	0,04-0,05
Статический изгиб	0,03-0,04
Скалывание вдоль волокон	0,03
Ударная твердость	0,015-0,02

Следует учитывать, что сопротивление древесины, насыщенной влагой, составляет 55-70% от сопротивления при влажности 15%. В дополнение к этому для древесины характерен эффект «ползучести», который проявляется даже при температуре жилого помещения, но особенно - в условиях нагрева и переменной влажности. На этом явлении и комплексном прогнозировании поведения древесины должен выстраиваться метод эффективного гнутья заготовок, то есть их профилирования со значительной кривизной и без разрушения самой структуры древесины. В естественных условиях эксплуатации деревянных конструкций руководствуются понятием предела долговременного сопротивления, кривой длительного сопротивления (рис. 2) или диаграммой изменения прогиба во времени.

Температурное воздействие на древесину при прессовании и создание определенных условий пластификации за счет природных компонентов самой древесины переводят ее в материал с весьма высокими механическими показателями, фактически - в древесный пластик. Такие продукты являются наиболее яркими примерами термической пластификации и гидролизных преобразований древесины. Однако, данный метод не может быть применен для дополнительного гнутья заготовок и закрепления получаемой формы по ряду технико-технологических причин.

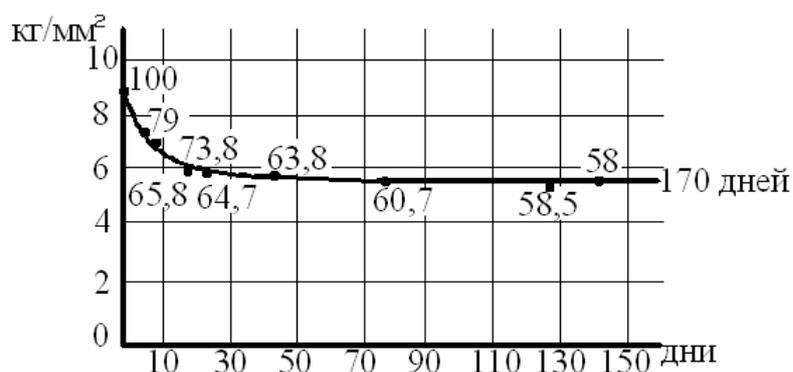


Рисунок 2 – Кривая длительного сопротивления

Стабилизация формы деревянных заготовок для гнutoклееных конструкций – это, прежде всего, стабилизация заданной структуры древесины. Например, облагораживание древесины, предложенное немецкими специалистами и представленной на рынке под товарным знаком «Plato» предлагает три стадии процесса [2]:

- специальную гидротермическую обработку, так называемую «влажно-тепловая деструкцию»;
- сушку заготовок;
- восстановление твердой формы.

Эти операции сопровождаются сложным комплексом преобразований в материале – от вымывания определенной доли гемицеллюлозы и лигнина и появления значительного количества реакционноактивных молекул до сушки и необратимой полимеризации. В результате такой обработки достигается следующее:

- пиломатериалы, заготовки и конструкции из них даже в очень изменчивой среде сохраняют собственную влажность ~ 18% и заданную форму;
- прочность «облагороженной» древесины значительно возрастает, а долговечность в условиях строительной эксплуатации составляет не менее 15-25 лет.

Изделия из такой древесины («Plato-Holz») – это окна, двери, лестницы, элементы конструкций и т.п. Для нас данная тема интересна тем, что при специальной гидролизно-термолизной обработке можно вдвое уменьшить усушку и набухание древесины, достичь стабильности влажности эксплуатируемых конструкций. При влажности воздуха в 60% равновесная влажность обработанных заготовок составит 8%, а в предельно насыщенной среде - не превысит 18%.

На основании проведенного анализа научных и технических разработок определены главные направления исследований по технологии клееных профильных конструкций с предварительным гнутьем заготовок, а именно:

- изучение способов пластификации и спецобработки древесины, обеспечивающих качественное гнутье древесины;
- исследование факторов, влияющих на формоустойчивость, прочность и напряженное состояние изогнутых криволинейных несущих конструкций;
- склеивание предварительно изогнутых деталей в конструкции столярно-строительного назначения.

Традиционный способ гнутья древесины – пропаривание заготовок и сушка в изогнутом состоянии до влажности 8-12 %. Проведенные опыты на образцах сосны

подтвердили, что пластификация древесины при нагревании ее в воде с температурой 80-90° вполне удовлетворительна, если изгиб заготовок умеренный, а структура древесины однородная (без пороков, дефектов, косослоя и т.п.) однако, сушка заготовок сопровождается целым рядом проблем, а именно:

- процесс удаления влаги достаточно длительный;
- при сушке возникает много дефектов, тем более, что заготовки находятся в изогнутом напряженном состоянии;
- операции по подготовке древесины к гнутью (прогрев древесины острым водяным паром или специальными химическими веществами) трудоемкие и дорогостоящие.

Проведенные в Тюменской государственной сельскохозяйственной академии (ТГСА) экспериментальные исследования способа сухой пластификации древесины токами высокой частоты показали, что физико-механическое состояние можно изменить хотя бы в той мере, которая обеспечивает достаточно качественное гнутье заготовок. Удельно-колебательная мощность нагрева 1800-2200 мГц, а мощность из расчета на объем древесины – 70-80 Вт/см³. При использовании промышленной установки ТВЧ Винзилинского ДСК температура 85-88°С достигалась через 12мин (энергоколебательная мощность – 1600мГц), а микроволновой печи (энергоемкость 800-2400мГц) – за 2-3 мин. Результаты испытаний для сосновых заготовок радиальной и полурадальной распиловки приведены в таблице. Влажность древесины до начала прогрева 26...40%, после – 12...20%.

Таблица 2 – Обработка древесины в высокочастотных установках (сосна)

Тип установки и частотная характеристика	Время выдержки в поле ТВЧ, мин	Температура нагрева заготовок (ламелей) мах/мин, °С	Величина радиуса изгиба заготовки, мм	Результат прессования	Примечание
Установка ТВЧ «Вечдтап» (1600мГц)	8	36/26	1200	Разрушение по поясу растяжения	Размеры образцов, мм 20x37x950
	12	56/50	1000	норма	
			850	норма	
Установка СВЧ MG 1770 MN (2450мГц)	1	30/45	700	Разрушение	Мощность 800-1300МГц 2450
		75/77	700	Частичное разрушение	
	2	70/80	700	норма	1900-2450
	3	85/90	700	норма	2450

Группирование образцов по влажности для каждой серии исследований производилось по определенной схеме с учетом условий эксперимента и применяемых установок. Оценкой качества подготовки древесины к процессу гнутья служил результат деформирования деталей в специальном профилирующем прессе и соответственно появление или отсутствие в них разрушений.

По результатам теоретических изысканий и экспериментальных исследований сделаны следующие выводы:

- Прогрев древесины до состояния пластичности, необходимой для механического гнутья, в установках ТВЧ и СВЧ возможен и более производителен, чем при гидротермической обработке.
- Для получения гнутых профилей из заготовок, прошедших сухую тепловую обработку в высокочастотных полях, необходимо проводить прессование в установках с теплоизолированными элементами (матрица и пуансон) и сразу же после пластификации, не допуская охлаждения древесины.
- Оптимальной является влажность древесины 25-30%, но при условии уменьшения ее до уровня 10-14% к концу процесса пластификации, т.к. в дальнейшем предлагается склеивание заготовок.
- Годичные слои, определяющие направленность волокон древесины, должны при прессовании (изгибе) заготовок располагаться параллельно плоскости изгиба.

Предварительно изогнутые детали (ламели) с зафиксированной дугой прогиба обеспечивают получение профильных клееных конструкций высокой устойчивости и прочности.

Библиографический список

1. Дерево - строительный материал. Основные показатели физической, химической и биологической прочности, огнестойкости и механической крепости дерева. Н. Матер. II всесоюз. конфер. по дерев. конструкциям. - Ст. №1. под ред. Г.Г. Карлсена. М – Л, 1936, 196 с.
2. Окна из стабилизированной древесины прослужат дольше / Бауэлементе – Бау. Интернациональ, вып.10, 2001, 23-25с.

Гороховский А. Г., Мялицин А. В. (ОАО «УралНИИПДрев»,
г. Екатеринбург, РФ) niidrev@sky.ru, mialitsin@r66.ru

СУШКА ЭКСПОРТНЫХ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ В ПРОХОДНЫХ КАМЕРАХ ТУННЕЛЬНОГО ТИПА

EXPORT SAW-TIMBER DRYING IN PROGRESSIVE TUNNEL TYPE KILNS

Для сушки пиломатериалов до транспортной влажности на лесопильных предприятиях традиционно применяют камеры непрерывного действия [1, 2]. Камеры непрерывного действия являются более производительными по сравнению с камерами периодического действия, кроме того, они значительно удобнее технологически. В ОАО «Кормовищенский ЛПХ» эксплуатируются два сушильных туннеля с зигзагообразной схемой циркуляции, разработанные и смонтированные ОАО «УралНИИПДрев». В качестве теплоносителя используется горячая вода. Перед тем как поступить в каме-