

survey and dry weight tables for pine, spruce and birch stems in Finland.—Helsinki: 1979.—60 p. [17]. Kärkkäinen M. Density and moisture content of wood and bark percentage in the branches of birch, Norway spruce and Scots pine // Silva Fenn.—1976.—N 3.—P. 212—236. [18]. Kärkkäinen M. Havutukkien knoren tiheys ja kosteus // Commun. Inst. For. Fenn.—1976.—N 87.—24 p. [19]. Koitzenburg Ch. Untersuchungen über die physikalischen Eigenschaften der Fichtenrinde // Holz als Roh- und Werkstoff.—1985.—N 2.—S. 47—52. [20]. Prasetya B., Roffael E. Zur Acidität der Rinde einiger Nadelbaumarten // Holz als Roh- und Werkstoff.—1990.—N 11.—S. 429—435. [21]. Schmidt-Vogt H., Ziese W. Die Fichte. Band II/1.—Hamburg und Berlin: Verlag Paul Parey, 1986.—444 s. [22]. Tamminen Z. Fuktighet, volymvikt m. m. hos ved och bark. II Gran // Skoghögsk. Inst. Virkeslära Rapp Upps.—1964.—47—p. 56.

Поступила 16 мая 1994 г.

УДК 674.093

А. Е. АЛЕКСЕЕВ

Алексеев Александр Евгеньевич родился в 1958 г., окончил в 1980 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат технических наук, старший научный сотрудник кафедры лесопильно-строгальных производств Архангельского государственного технического университета. Имеет 65 научных трудов в области базирования при производстве пиломатериалов.



ОГРАНИЧЕНИЕ СПОСОБНОСТИ ПИЛОПРОДУКЦИИ К ДЕФОРМИРОВАНИЮ

Приведены результаты разработки процессов производства пиломатериалов по деформационному признаку и сформулированы задачи разработки технологии производства пиломатериалов с учетом способности их к деформированию.

The results of lumber manufacture processes development according to deformation condition are given, and the problems of production technology development of lumber with reference to their deforming ability are specified.

За последние годы в технологии лесопиления на стадии получения пиломатериалов значительно возросла доля процессов формообразования. Это связано с достижением высокого качества, существенным снижением расхода древесины, а также с повышением производительности труда. Придание древесине необходимой формы, отвечающей конфигурации предмета труда и получаемой с наименьшими трудозатратами, повышение качества материала путем агрегатного формообразования—основные аргументы применения этих процессов.

Новый этап совершенствования технологии лесопиления связан с возрастающим использованием оборудования различных видов, отличающихся как способом ориентации и раскроя предметов обработки, так и методами формообразования пиломатериалов (поточные и агрегатные линии, гибкие процессы, условия и режимы обработки и др.).

Даже при строгом соблюдении технологических параметров процесса производства пиломатериалы оказываются свободными, в лучшем случае, лишь от поверхностных дефектов. Глубокое вакуумирование при сушке не способно преобразовать или сгладить внутренние напряжения, которые неизбежно присутствуют в древесине и переходят в деформированную заготовку или изделие.

Проблема осложняется тем, что для изделий с разными параметрами существенно изменяются не только распределение деформаций, но и построение технологического режима обработки. В этой связи особое значение приобретает получение качественных пиломатериалов. Структура древесины неоднородна и итоговое распределение внутренних напряжений (и механических свойств) неравномерно. Однако для получения ряда категорий пиломатериалов высокие прочностные свойства требуются лишь в отдельных участках объема исходного предмета обработки. Технологические требования иногда предусматривают неравномерное распределение механических свойств древесины в объеме изделия.

Распределение напряжений по трем координатным осям пространства в общем случае зависит от положения относительно наименьшего сопротивления деформированию. Ограничение этих условий определенными рамками позволяет не только значительно экономить древесину, но также дает возможность повышать ресурс эксплуатационных характеристик широкого ассортимента изделий из древесины.

Для получения продукции лесопиления с заданными характеристиками необходимо аналитически и экспериментально исследовать напряженно-деформированное состояние древесины в зависимости от силовых, контактных, скоростных, деформационных и др. условий. Изучение деформационной способности, разработка методов оценки предельных деформаций и способов повышения сопротивления к деформированию — задачи, требующие первоочередного решения. Это позволит представить характер деформирования изделий из древесины при различных операциях и установить наиболее благоприятные условия процесса, соотношения между размерами исходных полуфабрикатов и конечного продукта. Влияние обработки на перераспределение механических и физических свойств древесины в основе должно быть связано со свойствами готовых изделий как функцией технологических режимов.

Изучение строения древесины с известными механическими свойствами ведется методами, позволяющими рассчитывать параметры процессов деформирования. Однако с их помощью невозможно разрабатывать новые технологические процессы, обеспечивающие заданные свойства продукции. Известные теории дают возможность анализировать распределение напряжений и деформаций в сечениях образца. Дальнейшее интегрированное изучение этих явлений не выполнено и обратная задача перехода к технологическим усредненным параметрам не решена.

При неизвестных форме очага деформирования и граничных условиях напряжений наиболее приемлемым является графоаналитический метод исследования.

Из совокупности возможных кинематически допустимых перемещений выделенных зон исследуемых изделий в процессе эксперимента нельзя определить действительное поле рассеяния, используя лишь положения теории твердого тела. Поэтому целесообразно с физической точки зрения рассмотреть характер деформирования на примере конкретного продукта из древесины в условиях эксперимента. Это позволит определить граничные условия формообразования предметов труда (ПТ) с известными способностями к деформированию.

Для сокращения цикла обработки необходимо приблизить форму поперечного сечения предмета обработки (ПО) к форме ПТ. Это свойственно операциям по формированию сечений пиломатериалов и заготовок, окантовке, базоформированию. (ПТ, сечение которого приближается к кругу, получают оцилиндровкой.)

Анизотропия свойств древесины в разных направлениях дает основание полагать, что конфигурация ПО играет роль геометрического па-

раметра в обеспечении заданной равномерности деформации ПТ. Это обстоятельство не учитывается как на этапе разработки технологии производства пиломатериалов (заготовок) и планирования раскроя, так и на этапе оценки результатов распиловки. Сложность макрогеометрии пиловочника относительно требуемых ПТ (брусья, доски, заготовки) вынуждает применять операции механической обработки, что и определяет возникновение эффекта перераспределения напряжений.

Поперечное сечение бревна после распиловки сохраняет первоначальную структуру древесины — чередующиеся участки сосредоточения и понижения сопротивления к деформации. Общее нарушение структуры при известных длинах бревна практически не вызывает его коробления. Следует, однако, обратить внимание на тот факт, что высушенные бревна, в большинстве своем отдавшие влагу через открытые торцы, искривлены. Это же наблюдается и при достаточно малых длинах формируемых обрезков.

По мере углубления процесса формообразования пиломатериалов из бревна или бруса вследствие механической обработки создаются условия, способствующие сначала наибольшему короблению предмета труда, затем — ослаблению внутренних напряжений. Первое вызывается нарушением спокойного состояния системы в результате обработки, второе — многократным изменением формы ПТ в процессе их формообразования. В первом случае сечение ПТ немного отличается от ПО (толщина бруса составляет 0,8 от диаметра бревна), в то время как во втором случае они различаются на порядок.

Анализ состояния вопроса дает основание полагать, что в результате формообразования пиломатериалов напряжения в древесине сохраняются. При оценке качества продукции возможные отклонения формы, а также кривизна пиломатериалов, не связываются с внутренней природой напряженного состояния древесины.

Вышесказанное, с учетом условий формирования годичных слоев, характеризует рабочую гипотезу, что уравнивание и сосредоточение внутренних напряжений концентрируются относительно оси бревна. Удаление части древесины параболической зоны бревна с одной из сторон ослабляет участки древесины с этой стороны, а вызванные изгибающие моменты стремятся искривить осевую зону. Однако это не отмечается визуально ввиду небольшой толщины удаленной части по отношению к сечению бревна и стабильности условий. Последнее определяется малым течением временного цикла обработки при постоянных влажности, температуре и других показателях, изменение которых влияло бы на перераспределение напряжений.

Перераспределение внутренних напряжений, вызывающее коробление ПТ после механической обработки ПО характеризуется следующими параметрами; отношением поперечного сечения к длине ПО; сбежистостью; формой поперечного и продольного сечения; наличием дефектов (сердцевинной гнили, механических повреждений необработанных поверхностей, наростов).

Изучение механики деформирования пиломатериалов под воздействием технологических факторов позволит разработать требования к ее производству на основе деформационных признаков. Ранее нами изучены основные принципы построения технологического процесса формообразования пиломатериалов с учетом способности древесины к деформированию*. Ограничение этой способности средствами технологии позволит повысить качество продукции. Известные пределы относитель-

* Алексеев А. Е. О построении процесса производства пиломатериалов с учетом способности древесины к деформированию // Лесн. журн.— 1994.— № 2.— С. 74—78.— (Изв. высш. учеб. заведений).

ного искривления продольной оси ПТ дают возможность перейти к определению вектора деформирования в заданной системе координат. Далее использованы обозначения, приведенные в упомянутой работе.

Вертикальное перемещение координатной ячейки

$$u_{y_1} = w_1 y_1. \quad (1)$$

Равномерность перемещения по оси Y допустима при условии, что отношение

$$(R - r)/a_1 \quad (2)$$

велико. Тогда компонента деформации по оси Y при малых значениях

$$w_{y_1} = du_{y_1}/dy = -w_1. \quad (3)$$

Поскольку при механической обработке возникающие внутренние напряжения в объеме заготовки способствуют скручиванию продольной оси, компонента деформации по оси x не будет отражать происходящие изменения в положении координатной ячейки. В этом случае удобнее оперировать углом наклона координатной ячейки к осевой плоскости исходной заготовки. Тогда траектории перемещений можно принять линейными и выразить с учетом угла наклона как

$$u_{n_1} = u_{y_1} \cos \varphi w_1 a_1 / H_1. \quad (4)$$

Горизонтальное перемещение координатной ячейки

$$u_{x_1} = w_1 x_1 (a_1 / H_1) \cos \gamma. \quad (5)$$

Компонента деформации по оси x

$$w_{x_1} = w_1 (a_1 / H_1) \cos \gamma. \quad (6)$$

Учитывая перманентность явления по всему продольному сечению изделия (при принятых условиях — с затуханием) третью составляющую w по оси z находим из условия несжимаемости, полагая деформации малыми:

$$w_{z_1} = w_1 [1 - (a_1 / H_1) \cos \gamma]. \quad (7)$$

Продольное перемещение

$$u_{z_1} = \int w_{z_1} dz + C_1. \quad (8)$$

Значение C_1 определяем из граничного условия

$$u_{z_1} |_{z=0} = 0. \quad (9)$$

Откуда $C_1 = 0$. Таким образом, продольное перемещение

$$u_{z_1} = w_1 [1 - (a_1 / H_1) \cos \gamma] z. \quad (10)$$

Для оценки изменений параметров деформирования по всей длине изделия, т. е. для наглядности изменения взаимного положения торцов изделия, удобно пользоваться выражением, полученным при повороте координатных осей на угол γ до совмещения их с осью xO :

$$u_{x_2} = w_2 (a_2 / H_2) (\sin \alpha \cos \gamma + \cos \alpha \sin \gamma) (x - B) \quad (11)$$

при условии

$$u_{x_2} |_{x=B} = 0. \quad (12)$$

Соответствующие перемещения компоненты деформаций в поперечном направлении