

УДК 674.053:621.934/.936

DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.6.149

ИСХОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ СИСТЕМЫ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ СУППОРТА ОБРЕЗНОГО СТАНКА ОТ ЛИНЕЙНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

А.Е. Алексеев, д-р техн. наук, проф.

М.В. Кришьянис, ст. преподаватель

Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, наб. Северной Двины, д. 17, г. Архангельск, Россия, 163002; e-mail: a.alekseev@narfu.ru, m.krishjyanis@narfu.ru

В работе дана характеристика операции формирования ширины обрезных пиломатериалов на базе станка Ц2Д-5А; изучен механизм управления подвижной пилой посредством ручной установки гидропозиционера на размер обрезанной доски по ширине. Сформулированы общие методические положения по формированию сечений пиломатериалов; выполнен анализ результатов формообразования размеров обрезных пиломатериалов. Представлена классификация систем управления деревообрабатывающими станками. Разработаны исходные технологические требования для системы позиционирования суппорта обрезного станка от линейного асинхронного двигателя, учтены изменения характеристик выхода пиломатериалов в зависимости от сочетаний толщин тонких и толстых досок. Установлено, что выставка штока (вторичного элемента) линейного асинхронного двигателя на максимальную длину соответствует наименьшей ширине обрезной доски с учетом припуска на ее усушку по номинальной ширине. При этом базовой поверхностью служит воображаемая плоскость, параллельная плоскости неподвижной круглой пилы двухпильного станка и касательная в точках, определяемых положениями ее зубьев с регламентируемым уширением на сторону. Началом отсчета номинальной ширины обрезной доски является плоскость, располагающаяся параллельно базовой и отстоящая от нее на величину, равную номинальной ширине доски с припуском на усушку.

Ключевые слова: система позиционирования, линейный асинхронный двигатель, исходные технологические требования, обрезка пиломатериалов.

Введение

Для того, чтобы технология производства и продукция были однородными, осуществляется специализация в соответствии с породным составом и качеством сырья согласно предназначению, техническим требованиям на пиломатериалы и запросам рыночных потребителей, а также размерам сечений пилопродукции [5, 6]. Внедрение специализации – это база для оптимизации технологий, автоматизации и механизации производственных процессов, роста технического уровня производства и др. Для этого группы сечений пилопродукции подбирают в соответствии с их размерами, характеристиками, методами распиливания сырья с учетом той части поставки, из которой распили-

Для цитирования: Алексеев А.Е., Кришьянис М.В. Исходные технологические требования системы позиционирования суппорта обрезного станка от линейного асинхронного двигателя // Лесн. журн. 2018. № 6. С. 149–159. (Изв. высш. учеб. заведений). DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.6.149

вается размерная группа досок, и дальнейшим определением соотношения групп сечений досок (в процентах) в зависимости от потребительских спецификаций. Для расчета процентного соотношения групп сечений пилопродукции, изготавливаемой из поступающего на предприятие сырья, используют схемы раскроя.

За оценочный критерий в процессе планирования раскроя лесопильных материалов круглой формы принимают стоимость пиломатериала на выходе либо затраты сырья, необходимого для изготовления сводной спецификации [2, 7]. Чтобы рассчитать стокнотные задания, пилопродукцию подразделяют на группы по ширине и толщине. По ширине доски имеют размеры от 175 до 275 мм и от 75 до 150 мм. По толщине различают толстые доски, которые выпиливаются из продольной ширины бруса и подразделяются еще на 4–7 подгрупп, что зависит от точности расчета, а также тонкие, которые выпиливаются из параболической части бревна и части брусовой зоны. Так, общее количество групп колеблется от 6 до 9. Чтобы выполнить планирование задания, рассчитывают варианты соотношений групп сечений пилопродукции, получаемой из сырья в данном регионе. Для этого используют схему, в которой показан раскрой бревен отдельных пород на заданное количество групп сечений. Определяют размеры бревен для получения досок конкретной группы сечений. По размеру сырья для распила, сводной спецификации на экспорт пилопродукции и сведениям о процентном составе досок разных сечений в применяемой системе поставок уточняют схему раскроя сырья.

Выбор технологии должен совершаться дифференцированно, что зависит от региона, особенностей характеристик и состава пиловочного сырья, используемых оборудования и производственных технологий, ориентирования объектов обработки по поставу лесопильного инструмента и других условий эксплуатации. Разделение пиловочного сырья по диаметрам связано с таксационными показателями древостоев и принадлежностью к региону сырьевой базы. В расчетной практике это определяется логарифмическим законом [4]. Требования к бревнам из хвойной древесины, имеющим нормальный сбеги, отражены в ГОСТ 9463–88. В пиломатериалах определяются толщина и длина бревна. Разделение длин бревен обусловлено полимодальным законом [8]. Сбежистость свидетельствует об уменьшении диаметра сортимента по направлению от комлевого торца к вершинному. Разделение по сбежистости отражается нормальным логарифмическим законом [3].

Объекты и методы исследования

Лесопильной продукцией согласно ГОСТ 18288–87 являются пиломатериалы, полученные путем продольного разделения бревен на составляющие части, а также раскроя данных частей вдоль и поперек. По назначению пилопродукцию подразделяют на 2 главные группы: для экспорта (ГОСТ 26002–83) и для отечественного (внутреннего) рынка (ГОСТ 8486–86). Последняя бывает двух видов: общего и специального назначения.

Пилопродукция в зависимости от толщины делится на тонкие (от 16 до 22 мм), средние (от 25 до 44 мм) и толстые (от 50 до 100 мм) доски. По ширине пиломатериалы бывают узкие (от 75 до 125 мм) и широкие (от 150 мм); по длине – короткие (0,45...2,40 м) и длинные (2,70...6,30 м). Номинальные размеры пилопродукции по ширине и толщине согласно ГОСТ 24454–80Е

предназначены для древесины влажностью 20 %. При этом допустимыми являются отклонения от заданных размеров: по длине – от +25 до –12 мм; по ширине – от +3 до –2 мм; по толщине – от +2 мм до –1 мм (для размеров менее 50 мм) и от +3 мм до –2 мм (более 50 мм).

Номинальная длина пилопродукции от 1,50 м определяется с градацией 0,30 м, а от 0,45...1,35 м – 0,15 м.

В зависимости от качества и обработки пилопродукцию подразделяют на 5 сортов, но правила ее сортировки обуславливают сортировку только на 3 сорта качества. Влажность исходного пиловочного сырья не должна быть выше 22 %. Правила замера пиломатериалов регламентированы ГОСТ 6564–84, припуски на усушку – ГОСТ 6782.1–75 и ГОСТ 6782.2–75, допустимые нормы пороков – ГОСТ 8486–86.

Создаются сечения пилопродукции вследствие продольного разделения сортамента в установленных плоскостях, которые находятся под определенным углом по отношению к друг другу и оси сортамента. Очередность переходов устанавливается линейными показателями постава. Согласно стандартному методу пиломатериалы круглой формы делят на группы размеров, которые зависят от диаметра вершины. Распил для каждой группы осуществляется при постоянстве постава изначально на брус. Распил бруса происходит на 2-м проходе. Состояние центральной части досок дает возможность предварительного прогноза. Главный резерв увеличения выхода приходится на боковые доски. Прогнозируемый выход пилопродукции устанавливается в процессе расчета поставов. Выход наиболее узких и коротких досок можно спрогнозировать с помощью статистической обработки. Ширина продольной части бруса, которая предназначена для вписания досок повышенной толщины, находится в соотношении с наименьшим четным диаметром досок, относящихся к группам размеров. Количество и положение тонких досок подбирают исходя из условий рациональности использования древесины в совокупности с диаметром лесосырья и ожидаемой толщиной бруса. Согласно избранному способу формируют поставки, необходимые для раскроя сортаментов для изготовления пилопродукции нужных размеров.

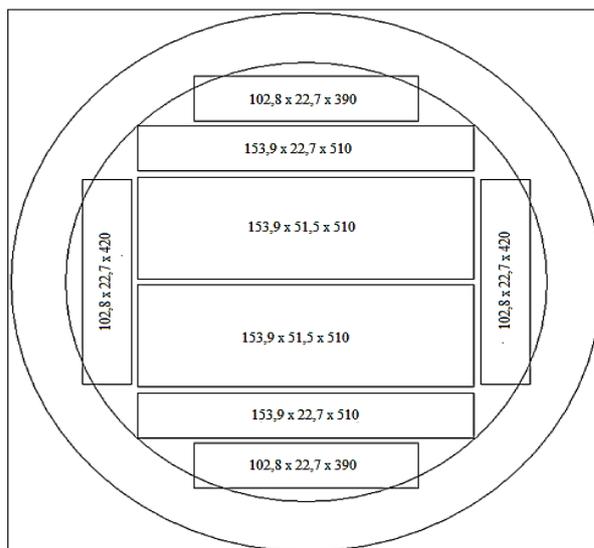
Результаты исследования и их обсуждение

Диаметры обрабатываемой древесины хвойных пород изменялись от 11 до 34 см без учета кривизны. Распределение лесосырья согласно диаметрам учитывалось для среднего диаметра. Раскрой бревна осуществлялся брусово-развальным методом на пилорамах 1-го и 2-го рядов. Толщина пил на 1-м и 2-м проходах отвечала равному распилу бревен и бруса при создании ширин пилопродукции, необходимых для обрезки на 2-пильном станке марки Ц2Д-5А, имеющем одну подвижную пилу.

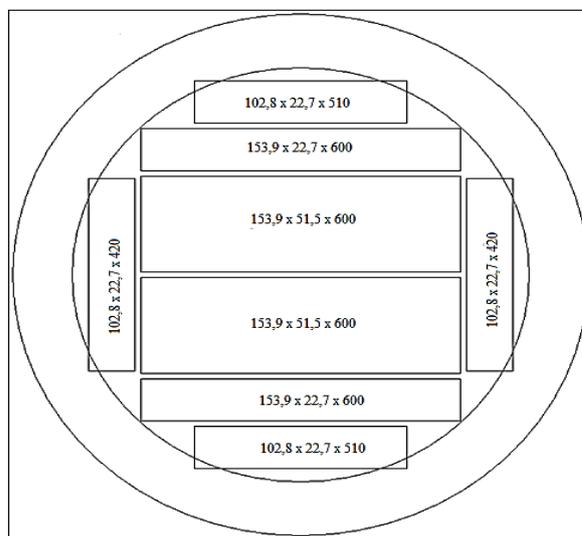
При создании размеров досок придерживались выработке пилопродукции согласно ГОСТ 26002–83Э, в соответствии с которым ширина доски менялась через каждые 25 мм, начиная со 100 мм, а длина – через каждые 0,3 м, начиная с 2,7 м. Толщина распиливаемого бруса – не более диаметра бревна в торце вершины. Припуски на усушку пилопродукции подбирались согласно существующей нормативной документации (ГОСТ 67.82.1–72). Ориентировались на бревна хвойных пород с нормальным сбегом согласно ГОСТ 9463–72. Ожидаемый материал представляет собой пилопродукцию с транспортной

влажностью 20...22 %, имеющую 2 толщины (тонкие – 19, 22, 25 мм; толстые – 44, 50, 75 мм) и 6 ширин (100, 125, 150, 175, 200, 225 мм, учитывая укороченную до типичной длины, которая имеет градацию 0,25; 0,30 и 0,60 м).

Порядок оптимизации раскроя бревен продольного типа согласно оси постава [1] способствует оценке численного распределения обрезков доски по ширинам. Две из рассматриваемых схем раскроя приведены на рис. 1.



a

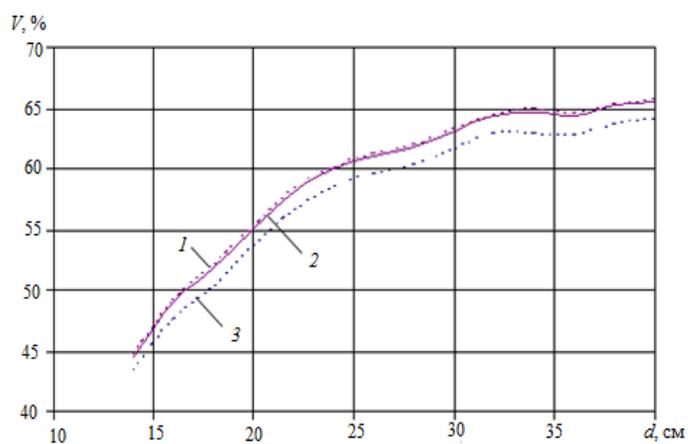


б

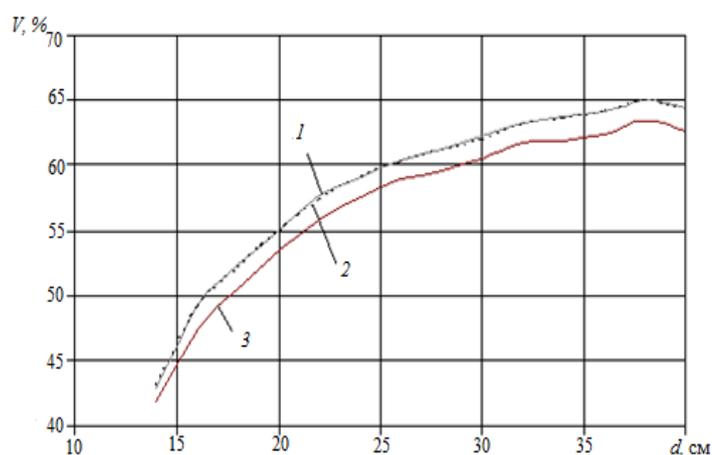
Рис. 1. Схемы раскроя для бревен длиной 5,2 м (*a*) и 6,1 м (*б*)

Fig. 1. Cutting plan for a logs of 5.2 m length (*a*) and of 6.1 m length (*б*)

Два из анализируемых изменений выхода пилопродукции, предусмотренных разнообразными сочетаниями толщин досок толстого и тонкого типа, рассмотрены на рис. 2.



a



б

Рис. 2. Изменение выхода V пилопродукции в зависимости от диаметра d бревен при разной толщине получаемых досок тонкого и толстого типов: *a* – 22 и 50 мм; *б* – 22 и 75 мм; 1 – градация торцовки 0,25 м; 2 – 0,3 м; 3 – 0,6 м

Fig. 2. Dependence of sawn timber output change V from diameter of logs d with different thickness of obtained boards of thin and thick types: *a* – 22 and 50 mm; *б* – 22 and 75 mm; 1 – cross-cutting gradation of 0.25 m; 2 – 0.3 m; 3 – 0.6 m

Системы координат способствуют смещению рабочих частей станка из одного положения в другое с установленными координатами, т. е. заданное смещение деталей либо инструмента требуется для дальнейшей обработки, причем большое значение имеет точность смещения в определенную координату, а направление траектории не так существенно. Для вышеуказанных систем координат свойственны дискретные передвижения: после смещения ин-

струмента либо детали в установленную координату совершается рабочая операция, в процессе которой заданные смещения отсутствуют. В станках, предназначенных для деревообработки, управление положением часто происходит в декартовой системе координат, при этом во многих случаях по одной координате, которая устанавливает определенный размер детали, подлежащей обработке. Контурные (непрерывные) системы управления необходимы для беспрерывной смены траектории и скорости перемещения рабочей части (как правило, суппорта), предназначенной для обработки криволинейных плоскостей, как плоских, так и объемных.

На сегодняшний день исследуются позиционные управляющие системы (ПУС), направленные на автоматизацию установленных смещений рабочих частей станка либо деталей, которые подлежат обработке на станках, предназначенных для деревообработки [9–13]. По степени автоматизации ПУС подразделяются на 3 группы управления: визуальную, дистанционную числовую и программную. Визуальные управляющие системы базируются на визуальном оценивании оператором положения рабочей части станка с выполнением функций сравнения и командного устройства. Данные системы имеют устройство цифровой индикации для учета положения рабочей части станка дистанционного типа, которое необходимо для визуального цифрового учета смещений его подвижных частей. Причем оператор сам контролирует направление смещения и выключает механизм, когда рабочая часть станка достигает определенной координаты. По этой причине визуальные системы управления способствуют только механизации смещений, но не автоматизации процесса установки позиции рабочей части станка, так как рабочий орган самостоятельно принимает участие в процессе управления и оказывает влияние на точность работы установки.

Для автоматизации управления современными станками, предназначенными специально для деревообработки, необходимы гибкие управляющие системы, позволяющие быстро и четко менять положение станка либо линии автоматизации. Они называются системами программного управления (СПУ), представляющими вид автоматизированного управления с определением параметров работы станка или техпроцесса по предварительно установленной программе, поддающейся изменению. СПУ имеют максимальную мобильность и способствуют повышению выхода продукции даже в производстве малых серий. Главные их достоинства: возможность быстрой переналадки оборудования на другую заготовку; корректировка обрабатываемой программы с учетом внесения изменений в конструкцию изделия; централизованная подготовка обрабатываемых программ даже за пределами предприятия и хранение их в специальной библиотеке; автоматизация подготовки программы на базе электронно-вычислительных машин. СПУ, которые используются в станках, предназначенных для деревообработки, можно группировать по типу управляющей информации: цикловые и числовые.

Цикловые СПУ представляют собой системы программирования цикла работы оборудования и режимы обработки, способы смещения рабочих частей станка устанавливаются с помощью наладки упоров, которые оказывают воздействие на путевые тумблеры. Носителями в данных системах, как правило, являются панели штекеров с разделениями в виде диодов и линеек либо барабаны, имеющие передвижные упоры. При числовом программном управлении (ЧПУ) в состав устанавливаемой программы входят сведения о режи-

мах обработки, цикле и размерах смещений рабочих частей станка. ЧПУ совершается за счет общей установки логических сведений, связанных с размерами в цифровой форме на носителе программы. В зависимости от типа движения управляемых рабочих частей системы ЧПУ бывают непрерывные и позиционные. Непрерывные (контурные) системы ЧПУ необходимы для обработки криволинейных поверхностей (плоских и объемных), нуждающихся в строгой согласованности во времени смещений рабочих частей станка по 2 или 3 координатам, и заменяют управляющие системы копирования в производстве единичного и мелкосерийного формата.

Позиционные системы (ПУ) – это системы, способствующие на любой стадии работы станка выбору одного из всевозможных значений показателя работы оборудования или техпроцесса. По типу размерного или безразмерного параметра ПУ способны осуществлять управление линейными либо угловыми смещениями рабочих частей станка с помощью температуры, давления или номера ячейки для хранения сортируемых изделий, например пилопродукции какой-либо длины или сечения.

Раскрой досок в процессе обрезки носит индивидуальный характер, его необходимо осуществлять, учитывая размеры, особенности формы, качества и состояния доски. Эта непростая задача выполняется при помощи обрезчика и сопровождается острой нехваткой времени и большой физической нагрузкой, связанной с разборкой пачек древесины и их подачей на деревообрезной станок. Согласно осуществляемым операциям автоматизированная система управления (АСУ) наряду с обеспечением функций обрезки должна включать такие устройства, как впередистаночное оборудование, предназначенное для фиксации необрезной доски к пилам; измерительное оборудование, управляющее положением пил, собирающее данные с датчиков показателей ширины и длины и изменяющее их в соответствии с заданным алгоритмом с помощью сигнала о подходящей ширине выпиливаемого изделия.

В Московском лесотехническом институте (ныне Мытищинский филиал Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана) разработана и исследована упрощенная АСУ, которая управляет положением пил в 2-пильных обрезных станках с симметричным расположением пил. Рабочими частями системы гидравлики считаются 2 одинаковых станка, симметричных к оси просвета и имеющих 5 поршней гидравлических позиционеров со связанными с суппортами пилы выходными штоками. Гидравлический позиционер с 5 поршнями, ходы которых созданы в соответствии с законами двоичных чисел, дает возможность получить $2^5 = 32$ автономных положения выходного штока с наименьшим шагом, равным 5 мм, причем установка гидропозиционеров на пилы на 1 из 25 размеров, заданных обрабатываемой программой, с номинальным расстоянием между пилами 60...300 мм. Гидравлический позиционер обрезного станка марки Ц2Д-5А способствует обеспечению шага 10 мм при ручном задании или 0,5 дюйма при перенастройке механизма.

Изменения выходных характеристик пилопродукции в зависимости от толщины досок тонкого и толстого типа способствуют тому, что с повышением толщины досок тонкого типа при условии постоянной толщины досок толстого типа снижаются наибольший выход, наименьший допустимый и средний выходы пилопродукции. Смена градации почти не оказывает влияния на средний выход пилопродукции в рамках групп толщин. С повышением тол-

щины досок толстого типа при постоянной толщине досок тонкого типа растут и наибольший выход, наименьший допустимый и средний выходы. Наибольший допустимый выход, наименьший допустимый и средний выходы при постоянной толщине досок толстого типа с повышением градации также возрастают: при росте градации в пределах 0,25...0,30 м диапазон допустимых параметров выхода уменьшается, а при росте градации до 0,60 м – увеличивается. Распределение досок по ширине в зависимости от длины и диаметра перерабатываемой древесины приведено на рис. 3.

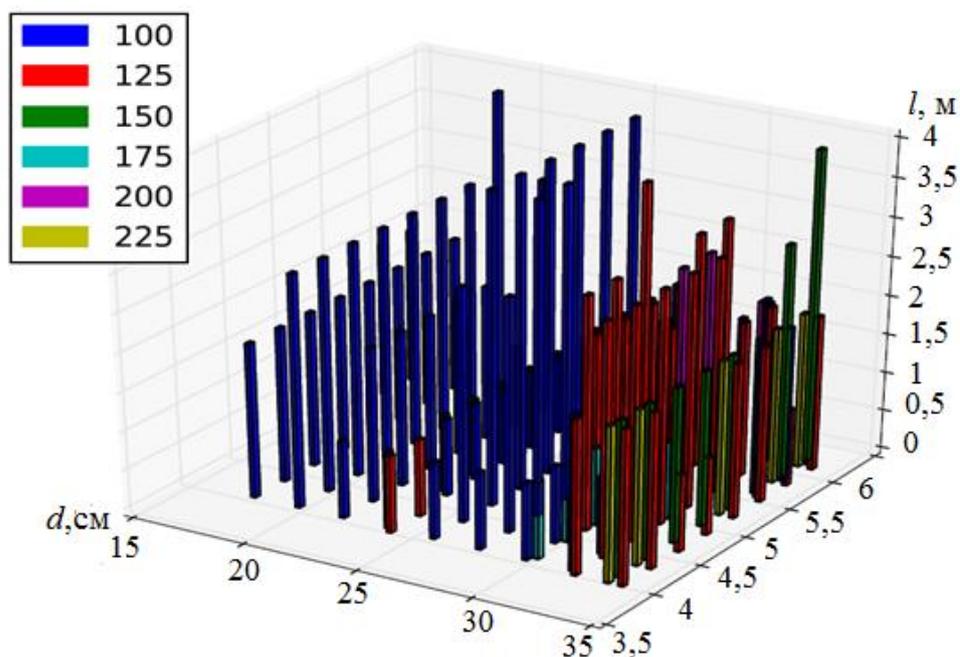


Рис. 3. Распределение обрезных досок по ширине в зависимости от диаметра d и длины l обрабатываемых бревен

Fig. 3. Distribution of edged boards across the width depending on diameter d and length l of processed logs

Заключение

Рассмотренные параметры дискретности технологических показателей обрезных досок свидетельствуют о том, что выставка вторичного элемента штока, который относится к асинхронному двигателю линейного типа, на наибольшую длину будет совпадать с минимальной шириной обрезки доски, учитывая припуск на ее усушку в соответствии с номинальной шириной. Причем базой будет считаться воображаемая поверхность, расположенная параллельно поверхности круглой пилы 2-пильного станка и находящаяся в неподвижном состоянии относительно точек, которые определяются положением зубьев пилы с установленным расширением в сторону. Точкой отсчета номинальной ширины обрезки доски будет считаться плоскость, расположен-

ная параллельно по отношению к основной и на расстоянии, составляющем номинальную ширину обрезной доски с учетом припуска на усушку.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алексеев А.Е., Алексеева Л.В.* Организация малых лесопильных предприятий. Архангельск: АГТУ, 2007. 731 с.
2. *Варфоломеев Ю.А., Дружин И.С., Дьячков Ю.А.* Справочник по лесопилению / под ред. А.М. Копейкина. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Экология, 1991. 495 с.
3. *Клюев В.А.* Распределение бревен по диаметру и сбегу // Науч. тр. ЦНИИМОД. Архангельск: ЦНИИМОД, 1973. Вып. 28. С. 77–80.
4. *Кулиш В.Г., Коротов С.С.* Распределение пиловочника бревен по диаметрам // Совершенствование технологии и оборудования лесопильного производства: науч. тр. ЦНИИМОД. Архангельск: ЦНИИМОД, 1981. С. 10–14.
5. *Покотило В.П.* Специализация лесопильных предприятий. М.: Лесн. пром-сть, 1977. 97 с.
6. *Покотило В.П.* Специализация лесозэкспортных предприятий производственного объединения «Северолесозэкспорт» / Всесоюз. науч.-исслед. и проект. ин-т экономики, организации управления пр-вом и информ. по лес., целлюлоз.-бумаж. и деревообраб. пром-сти. М.: ВНИПИЭИлеспром, 1977. 54 с.
7. *Шимкевич Ю.Б.* Справочник по лесопилению. СПб.: ПРОФИ-ИНФОРМ, 2005. 200 с.
8. *Ясинский В.С., Кучин А.В.* О законе распределения пиловочного сырья по длинам // Технология и оборудование деревообрабатывающих производств. Процессы механической обработки, склеивания и отделки древесины. Л.: ЛТА, 1983. С. 8–10.
9. *Alekseev A.E., Krisjanis M.V.* Evaluation of the Thermal State of a Linear Induction Motor Operating as a Positioner in the Edging Machine // International Conference on Advanced Research in Business, Economics, Law and Social Sciences. Section 2. Electrical Engineering, Madrid, November 15, 2017. Madrid, 2017. Pp. 17–25.
10. *Birkeland R., Timland H.* Practical Experience with a Fully Automated Line Camera Scanning System in a Window Manufacturing Company // Proceedings of the 3rd International Conference on Scanning Technology in Sawmilling, San Francisco, 1989. San Francisco, 1989. Pp. xx-1–9.
11. *Chang S.J.* External and Internal Defect Detection to Optimize Cutting of Hardwood Logs and Lumber // Transferring Technologies to the Hardwood Industry: Handbook No. 3. / U.S. Department of Commerce. Beltsville, MD, 1992. 24 p.
12. *Niskanen M., Silvén O., Kauppinen H.* Experiments with SOM Based Inspection of Wood // International Conference on Quality Control by Artificial Vision (QCAV2001), Le Creusot, 2001. Le Creusot, France, 2001. No. 2. Pp. 311–316.
13. *Rieth P.A., Good D.* Scanning for Lumber Defects and Ripsaw Optimization: A Case Study // Proceedings of the 3rd International Conference on Scanning Technology in Sawmilling, San Francisco, October 5–6, 1989. San Francisco. 1989. Pp. XV-1–28.

Поступила 13.04.18

UDC 674.053:621.934/.936

DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.6.149

Initial Technological Requirements for Position Control System of Edging Machine Support from Linear Induction Motor

A.E. Alekseev, Doctor of Engineering Sciences, Professor

M.V. Krisjanis, Senior Lecturer

Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Naberezhnaya Severnoy Dviny, 17, Arkhangelsk, 163002, Russian Federation;

e-mail: a.alekseev@narfu.ru, m.krishjyanis@narfu.ru

The paper gives characteristic to the operation of width formation of edging sawn timber on the basis of the Ts2D-5A machine. The mechanism of control a mobile saw by the means of manual installation of a hydropositioner on the size of a cutting board across the width is studied. The general methodological regulations on formation of sawn timber sections are formulated; the results analysis of geometry forming of edged sawn timber is done. The article presents a classification of control systems of woodworking machines. The initial technological requirements of position control system for edging machine support from the linear induction motor are developed; changes in the output characteristics of sawn timber depending on the combination of thin and thick board thicknesses are taken into account. It is established that adjustment of stock (secondary element) of the linear induction motor for maximum length corresponds to the smallest width of edging board with allowance for its shrinkage across the nominal width. In this case, imaginary plane parallel to plane of a fixed circular saw of double saw machine and tangent at the points determined by the positions of saw teeth with the controlled broadening on the side is a base surface. Reference position of the nominal width of edged board is a plane parallel to the base surface and spaced away from it by the nominal width of the board with allowance for shrinkage.

Keywords: position control system, linear induction motor, initial technological requirements, sawn timber edging.

REFERENCES

1. Alekseev A.E., Alekseeva L.V. *Organizatsiya malykh lesopil'nykh predpriyatiy* [Organization of Small Sawmills]. Arkhangelsk, ASTU Publ., 2007. 731 p. (In Russ.)
2. Varfolomeyev Yu.A., Druzhin I.S., D'yachkov Yu.A. *Spravochnik po lesopileniyu* [Handbook of Sawmilling]. Ed. by A.M. Kopeikin. Moscow, Ekologiya Publ., 1991. 495 p. (In Russ.)
3. Klyuyev V.A. Raspredeleniye breven po diametru i sbegu [Distribution of Logs by Diameter and Taper]. *Nauch. tr. TSNIIMOD* [Academic Papers of the Central Research Institute of Mechanical Wood Processing]. Arkhangelsk, TSNIIMOD Publ., 1973, iss. 28, pp. 77–80.
4. Kulish V.G., Korotov S.S. Raspredeleniye pilovochnika breven po diametram [Distribution of Lumber Logs by Diameter]. *Sovershenstvovaniye tekhnologii i oborudovaniya lesopil'nogo proizvodstva: nauch. tr. TSNIIMOD* [Improvement of Technology and Equipment for Sawmill Production: Academic Papers of the Central Research Institute of Mechanical Wood Processing]. Arkhangelsk, TSNIIMOD Publ., 1981, pp. 10–14.

For citation: Alekseev A.E., Krisjanis M.V. Initial Technological Requirements for Position Control System of Edging Machine Support from Linear Induction Motor. *Lesnoy Zhurnal* [Forestry Journal], 2018, no. 6, pp. 149–159. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.6.149

5. Pokotilo V.P. *Spetsializatsiya lesopil'nykh predpriyatiy* [Differentiation of Sawmills]. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1977. 97 p. (In Russ.)

6. Pokotilo V.P. *Spetsializatsiya lesoeksportnykh predpriyatiy proizvodstvennogo ob'yedineniya «Severolesoeksport»* [Differentiation of Timber Export Enterprises of the Industrial Association "Severolesoeksport"]. Vsesoyuz. nauch.-issled. i proyektnyy in-t ekonomiki, organizatsii upravleniya pr-vom i inform. po les., tsellyuloz.-bumazhn. i derevoobrab. prom-sti [All-Union Sci.-Res. and Project Institute of Economics, Organization of Production Management and Information on Forest, Pulp and Paper and Woodworking Industry]. Moscow, VNIPIEIllesprom Publ., 1977. 54 p. (In Russ.)

7. Shimkevich Yu.B. *Spravochnik po lesopileniyu* [Handbook of Sawmilling]. Saint Petersburg, PROFI-INFORM Publ., 2005. 200 p. (In Russ.)

8. Yasinskiy V.S., Kuchin A.V. O zakone raspredeleniya pilovochnogo syr'ya po dlinam [On the Law of Distribution of Sawing Raw Material by Lengths]. *Tekhnologiya i oborudovaniye derevoobrabatyvayushchikh proizvodstv. Protsessy mekhanicheskoy obrabotki, skleivaniya i otdelki drevesiny* [Technology and Equipment for Woodworking Industries. Mechanical Processing, Gluing and Fashioning of Wood]. Leningrad, LTA Publ., 1983, pp. 8–10.

9. Alekseev A.E., Krisjanis M.V. Evaluation of the Thermal State of a Linear Induction Motor Operating as a Positioner in the Edging Machine. *International Conference on Advanced Research in Business, Economics, Law and Social Sciences. Section 2. Electrical Engineering, Madrid, November 15, 2017*. Madrid, 2017, pp. 17–25.

10. Birkeland R., Timland H. Practical Experience with a Fully Automated Line Camera Scanning System in a Window Manufacturing Company. *Proceedings of the 3rd International Conference on Scanning Technology in Sawmilling, San Francisco, 1989*. San Francisco, 1989, pp. xx-1–9.

11. Chang S.J. External and Internal Defect Detection to Optimize Cutting of Hardwood Logs and Lumber. *Transferring Technologies to the Hardwood Industry: Handbook No. 3*. U.S. Department of Commerce, Beltsville, MD, 1992. 24 p.

12. Niskanen M., Silvén O., Kauppinen H. Experiments with SOM Based Inspection of Wood. *International Conference on Quality Control by Artificial Vision (QCAV2001), Le Creusot, 2001*. Le Creusot, France, 2001, no. 2, pp. 311–316.

13. Rieth P.A., Good D. Scanning for Lumber Defects and Ripsaw Optimization: A Case Study. *Proceedings of the 3rd International Conference on Scanning Technology in Sawmilling, San Francisco, October 5–6, 1989*. San Francisco. 1989, pp. XV-1–28.

Received on April 13, 2018
