

УДК 674.914:674.338

В. В. Раповец, инженер (БГТУ);
Н. В. Бурносков, кандидат технических наук, доцент (БГТУ);
В. А. Криволапов, студент (БГТУ)

ВЛИЯНИЕ ВЕРТИКАЛЬНОГО ЦЕНТРИРОВАНИЯ БРЕВЕН НА РЕЖИМЫ ОБРАБОТКИ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ДВУХКАНТНОГО БРУСА НА ФРЕЗЕРНО-БРУСУЮЩИХ СТАНКАХ

В статье содержатся результаты исследований влияния центрирования бревен на режимы обработки при получении двухкантного бруса на фрезерно-брусующих станках. Предложена новая конструкция сборного двухлезвийного ножа, позволяющая независимо назначать угловые параметры для каждого из лезвий и определять режим обработки древесины. Рассмотрено влияние отсутствия механизма вертикального центрирования оси бревна и оси вращения фрез перед фрезерно-брусующим станком первого ряда на режимы обработки. Проведенные экспериментальные исследования позволили установить, что более стабильные значения шероховатости по ширине пласти бруса получаются при обработке древесины на фрезерно-брусующих станках при совпадении геометрической оси обрабатываемого бревна и оси вращения фрез или незначительном их отклонении. Подтверждена целесообразность оснащения фрезерно-брусующих станков механизмами вертикального центрирования бревен.

In article results of researches of influence a centering of logs on processing conditions contain at two-edged cant production on chipper-canters. The new design prefabricated double-blade a knife is offered, allowing independently to appoint corner parameters for each of edges, defining a wood processing condition. Influence of absence of the mechanism of a vertical centering of an axis of a log and an axis of rotation of mills before a first row chipper-canter on processing conditions is considered. The carried out experimental researches have allowed to instal that stabler meanings of a roughness on width of a face of a bar turn out at a wood processing on chipper-canters at coincidence of a geometric axis of a treated log and an axis of rotation of mills or their insignificant deflection. The expediency of equipment of chipper-canters is confirmed by mechanisms of a vertical centering of logs.

Введение. Одним из важнейших условий повышения выхода пилопродукции и технологической щепы на фрезерно-брусующих станках (ФБС) является обеспечение центрирования бревен относительно постава фрез. В линиях переработки бревен (ЛАПБ, Chip-N-Saw, Link, Viesto Group и др.) предусмотрено жесткое вертикальное и горизонтальное центрирование бревен, что обеспечивают соответствующие центрирующие механизмы. При отклонении оси бревна от расчетной оси постава снижается выход спецификационной пилопродукции за счет увеличения количества неполноформатных пиломатериалов по ширине и длине. Аналогичные проблемы необходимо решать во фрезерно-брусующих станках, одновременно формирующих из бревна 4-кантный брус. Задача центрирования бревна упрощается в станках и линиях, фрезерующих бревна последовательно: фрезерно-брусующие станки первого ряда формируют 2-кантный брус, имея механизмы горизонтального центрирования бревен. Фрезерно-брусующие станки второго ряда имеют аналогичные механизмы горизонтального центрирования бревен. Последовательная обработка бревен при отсутствии механизмов вертикального центрирования практически не снижает полезный выход спецификационной пилопродукции.

Основным недостатком последовательной схемы обработки бревен является увеличение длины технологических потоков, так как необходимо после выхода 2-кантного бруса из ФБС первого ряда поворачивать бревно на 90° относительно геометрической оси бревна, горизонтально его сцентрировать до обработки во ФБС второго ряда. Достоинствами такой схемы обработки является свободный доступ к узлам и механизмам станков, снижение трудоемкости при обслуживании и замене для переподготовки режущих инструментов, а также унификация узлов резания и механизмов подачи линий.

Например, геометрические параметры обрабатываемых бревен на фрезерно-брусующем станке PSP 500 линии SAB, эксплуатируемой на ОАО «Борисовский ДОК», изменяются в следующих диапазонах: длина 2–7 м, вершинный диаметр от 80–500 мм. Для повышения полезного выхода пилопродукции по планируемой схеме обработки бревна сортируются по группам диаметров (до 18 групп).

Отсутствие механизмов вертикального центрирования бревен перед ФБС при обработке бревен различных групп диаметров приводит к тому, что геометрическая ось бревна в вертикальной плоскости постоянно изменяет свое положение по отношению к оси вращения фрез станка. Это приводит к тому, что изменяются

режимы обработки бревен (изменяются углы резания по ширине получаемых пластей бруса, суммарный путь резания ножами и др.), которые заданы для каждой конкретной конструкции фрезерно-брусующего станка и должны быть стабилизированы для получения качественной продукции.

Фрезерно-брусующие станки являются составной частью лесопильных линий. Станки оснащаются дорогостоящим режущим инструментом – сборными фрезами со спиральным расположением цельных двухлезвийных ножей, в основном зарубежного производства. Такое оборудование получило наибольшее распространение на лесопильно-деревообрабатывающих предприятиях Республики Беларусь: эксплуатируется линия фирмы SAB (Германия) на ОАО «Борисовский ДОК», 2 линии Giga 02 фирмы A. Costa righi (Италия) на ОАО «Светлогорский ЦКК», 2 линии Giga 02 на РПУП «Завод газетной бумаги», одна линия на ОАО «Оршанский КСМ» и др.

Основная часть. Целью работы является установление необходимости использования вертикального центрирования при получении 2-кантного бруса на фрезерно-брусующих станках для повышения качества поверхности пилопродукции.

Конструкции двухлезвийных ножей, жестко закрепленные в резцедержателях сборных фрез, не позволяют изменять режимы обработки в зависимости от перерабатываемых пород древесины даже в пределах одной группы (хвойные, лиственные), имеющих различные физико-механические свойства (плотность, твердость, влажность, теплопроводность и др.), условия произрастания и пр. Изменение геометрических параметров ножей позволяет устанавливать режимы обработки для получения качественной продукции. Контроль качества продукции комплексной переработки бревен необходим для определения производственных режимов обработки, которые позволяют снизить сырьевые (брак производства, отходы), энергетические (на обработку) затраты, затраты на обслуживание инструмента и ремонт оборудования.

Предложена новая конструкция сборного двухлезвийного ножа, позволяющая независимо назначать угловые параметры для каждого из лезвий и определять режим обработки (рисунок 1).

Короткое лезвие 1 сборного ножа крепится непосредственно к длинному лезвию 2 посредством клинового соединения «ласточкин хвост». Далее собранные лезвия 1 и 2 крепятся на колонку-резцедержатель 4 при помощи потайного болта 3. Это необходимо для того, чтобы зад-

няя грань длинного лезвия оставалась ровной, так как она непосредственно обращена к формируемым пластям бруса и не должна являться причиной появления дополнительных кинематических неровностей, ухудшающих в целом качество поверхностей пластей бруса.

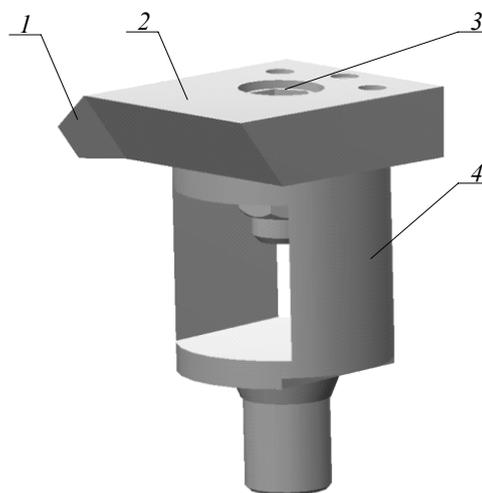


Рис. 1. Конструкция сборного двухлезвийного ножа:

1 – короткое лезвие; 2 – длинное лезвие;
3 – потайной болт; 4 – колонка-резцедержатель

Показанная на рис. 1 конструкция сборного двухлезвийного ножа обладает широкими возможностями бесступенчатого регулирования угла поворота ножа на колонке.

Для изменения угловых параметров процесса резания такими сборными двухлезвийными ножами заменяется лишь то лезвие на другое с измененными угловыми параметрами, условия резания которым мы хотим изменить. Таким образом, происходит независимое изменение условий резания коротким и длинным лезвиями.

Проведенные теоретические и экспериментальные исследования позволили установить закономерности влияния основных факторов процесса формирования пилопродукции и технологической щепы двухлезвийными ножами фрезерно-брусующих станков на силовые показатели с учетом изменений геометрических параметров ножей, оказывающих наибольшее влияние на силы резания, шероховатость обработанной поверхности пласти бруса и размерно-качественные показатели технологической щепы [1, 2, 3].

Учитывая возможности независимого изменения угловых параметров лезвий ножей при обработке бревен для получения 2-кантного бруса, рассмотрим влияние отсутствия механизма вертикального центрирования осей бревна и фрез перед ФБС первого ряда на режимы обработки. Схема обработки бревен на

фрезерно-брусующем станке PSP 500 линии SAB представлена на рис. 2.

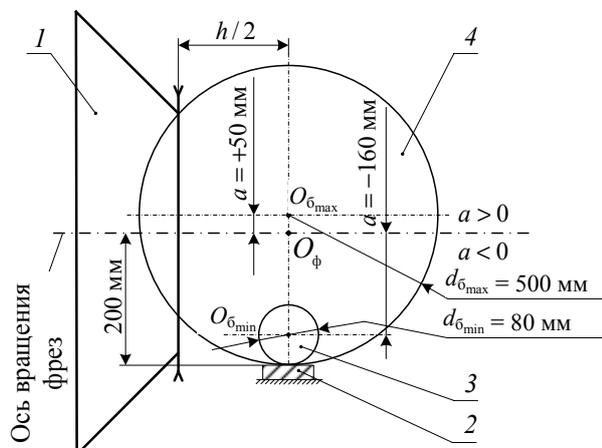


Рис. 2. Схема обработки бревен на фрезерно-брусующем станке PSP 500 (SAB, Германия):

- 1 – левая фреза с двухлезвийными ножами;
- 2 – опора;
- 3 – бревно минимального диаметра;
- 4 – бревно максимального диаметра

В процессе работы фрезерно-брусующего станка ось вращения O_{ϕ} фрезы 1 не изменяет своего положения в вертикальной плоскости и находится на расстоянии 200 мм от поверхности опоры 2, по которой базируются для обработки бревна 3 и 4 в диапазоне диаметров от $d_{\text{б}_{\text{мин}}} = 80$ мм до $d_{\text{б}_{\text{макс}}} = 500$ мм. На рис. 2 не показана правая фреза 1, симметрично расположенная относительно опоры 2. Оси бревен ($O_{\text{б}_{\text{мин}}}$, $O_{\text{б}_{\text{макс}}}$) могут смещаться на величину a выше оси вращения O_{ϕ} фрез 1 ($a > 0$), ниже ($a < 0$) или совпадать ($a = 0$) с осью вращения фрез в зависимости от диаметра перерабатываемого бревна. Расстояние от оси вращения O_{ϕ} фрезы 1 до оси бревна 3 минимального диаметра составляет $a = -160$ мм, расстояние от оси вращения O_{ϕ} фрезы 1 до оси бревна 4 максимального диаметра составляет $a = +50$ мм. Радиус резания первым двухлезвийным ножом фрезы 1, близлежащим к поверхности пласти бруса, составляет 225 мм. Двухлезвийные ножи, расположенные по конической поверхности корпуса фрезы, срезают последовательно слои древесины толщиной 5 мм, образуя технологическую щепу углом среза торца 45° .

В процессе проведения экспериментальных работ установлено, что шероховатость поверхности пласти b_i бруса зависит от угла $\theta_{i_{\text{вх}}}$ входа ножей i ($i = 1, 2, 3, \dots$) в древесину и угла $\theta_{i_{\text{вых}}}$ из древесины при обработке бревен, которые определяются величиной a вертикального смещения оси бревна относительно оси вращения фрез, а также определяют энергетику процесса резания.

Углы входа $\theta_{i_{\text{вх}}}$ и выхода $\theta_{i_{\text{вых}}}$ i -го ножа из древесины на соответствующей ему ширине пласти b_i бруса, определяются по выражениям:

$$\theta_{i_{\text{вх}}} = \arccos\left(\frac{b_i + 2a}{d_i}\right); \quad (1)$$

$$\theta_{i_{\text{вых}}} = \pi - \arccos\left(\frac{b_i - 2a}{d_i}\right), \quad (2)$$

где $\theta_{i_{\text{вх}}}$ – угол входа i -го двухлезвийного ножа в древесину, рад; $\theta_{i_{\text{вых}}}$ – угол выхода i -го двухлезвийного ножа из древесины, рад; b_i – ширина пласти бруса, которую формирует i -й двухлезвийный нож, мм; a – величина смещения оси бревна по отношению к оси вращения фрезы, мм; d_i – диаметр резания i -м двухлезвийным ножом.

Угол контакта i -го двухлезвийного ножа с древесиной определяется по выражению

$$\Delta\theta_i = \theta_{i_{\text{вых}}} - \theta_{i_{\text{вх}}}. \quad (3)$$

В процессе резания бревно продвигается влево со скоростью подачи V_s между двумя вращающимися с угловой скоростью ω торцово-коническими фрезами радиуса R_{ϕ} , в корпусах которых установлены двухлезвийные ножи. Длина $l_{\text{щ}}$ технологической щепы, равная подаче на один двухлезвийный нож, и ее толщина $S_{\text{щ}}$ заданы в соответствии с ГОСТ 15815-83. Высота получаемого бруса равна расстоянию между двумя плоскостями резания ножей левой и правой фрез (рис. 3).

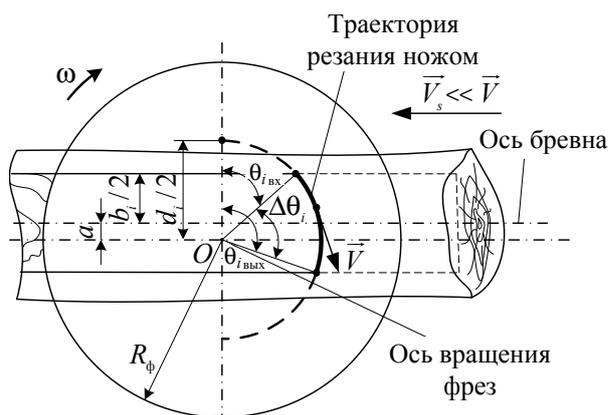


Рис. 3. Общая схема обработки бревен на фрезерно-брусующем станке

Представленные зависимости (1)–(3) показывают, что с изменением диаметра обрабатываемых бревен изменяется величина a смещения оси бревна по отношению к оси вращения фрезы. Следовательно, изменяются и соответствующие углы входа в древесину и выхода из

нее режущих ножей, оказывая влияние тем самым на шероховатость пласти получаемого бруса по всей ее ширине. При входе ножа в древесину (верхняя часть пласти бруса) – формируется одна шероховатость, по середине пласти бруса – другая и на выходе ножа из древесины – третья.

Проведенные экспериментальные исследования процесса резания древесины на фрезерно-брусующих станках подтверждают изменение параметров шероховатости по ширине пласти бруса (рис. 4, 5).



Рис. 4. Качество поверхности пласти бруса из древесины ели при $a = 0$ мм



Рис. 5. Качество поверхности пласти бруса из древесины ели при $a = -25$ мм

Например, при обработке древесины ели на режиме (скорость резания $V = 13$ м/с; направление резания – поперечное, поперечно-торцовое; толщина снимаемого слоя 5 мм; диаметр резания двухлезвийным ножом 470 мм; подача на нож $S_z = 25$ мм; задний угол на лезвиях ножа 3–5°; скорость подачи 13,25 м/мин; угол заострения длинного и короткого режущих лезвий 40°;

начальный радиус закругления лезвий ножа 6–8 мкм) шероховатость поверхности пласти в верхней части бруса шириной 80 мм составляла около 800 мкм, в средней части – около 390 мкм и в нижней части – около 250 мкм. Установлено, что более стабильные значения шероховатости по ширине пласти бруса получаются при обработке древесины на ФБС при совпадении геометрической оси обрабатываемого бревна и оси вращения фрез или незначительном их отклонении.

Заключение. При вертикальном несовпадении осей обрабатываемого бревна и вращения фрез, а также отсутствии механизма вертикального центрирования бревен для назначения необходимых режимов обработки требуется устанавливать геометрические параметры для каждого лезвия ножей фрез, что на практике реализовать достаточно трудоемко. Поэтому установленные нами режимы обработки бревен на фрезерно-брусующих станках [4] рекомендуются при величине a , имеющей незначительное отклонение. Это подтверждает целесообразность оснащения фрезерно-брусующих станков механизмами вертикального центрирования бревен.

Литература

1. Раповец, В. В. Определение влияющих на силовые показатели основных параметров процесса резания на фрезерно-брусующих станках / В. В. Раповец, Н. В. Бурносков // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообраб. пром-сть. – 2005. – Вып. XIII. – С. 182–185.
2. Раповец, В. В. Возможности управления качественными и силовыми показателями процесса формирования технологической щепы двухлезвийными резцами на фрезерно-брусующих станках / В. В. Раповец, Н. В. Бурносков // Труды БГТУ, Сер. II, Лесная и деревообраб. пром-сть. – 2007. – Вып. XV. – С. 251–255.
3. Раповец, В. В. Разработка мероприятий по повышению эффективности процесса переработки бревен на фрезерно-брусующих станках, оснащенных фрезами со спиральным расположением двухлезвийных резцов / В. В. Раповец, Н. В. Бурносков // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: тр. II Междунар. евраз. симпоз., Екатеринбург, 2–5 окт. 2007 г. / Урал. гос. лесотехн. ун-т; под ред. В. Г. Новоселова. – Екатеринбург, 2007. – С. 213–221.
4. Раповец, В. В. Комплексная обработка древесины со спиральным расположением двухлезвийных ножей / В. В. Раповец // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообраб. пром-сть. – 2010. – Вып. XVIII. – С. 246–251.

Поступила 14.03.2011