

УДК 674.914:674.338

В. В. Раповец, кандидат технических наук, ассистент (БГТУ);**Н. В. Бурносов**, кандидат технических наук, доцент (БГТУ)**ВЗАИМОСВЯЗЬ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЩЕПЫ И ДВУХЛЕЗВИЙНОГО НОЖА ПРИ ОБРАБОТКЕ БРЕВЕН НА ФРЕЗЕРНО-БРУСУЮЩИХ СТАНКАХ**

В статье содержатся результаты исследований по установлению взаимосвязи геометрических параметров технологической щепы и двухлезвийного ножа при обработке бревен на фрезерно-брусующих станках. Представлен анализ графических зависимостей длины скошенной части технологической щепы, угла среза торца технологической щепы от величины смещения оси бревна по отношению к оси вращения фрез. Подтверждена целесообразность оснащения фрезерно-брусующих станков механизмами вертикального центрирования бревен.

In article results of researches on an establishment of interrelation of geometrical parameters technological chip and double blade a knife contain at processing of logs on chipper canter machine tools. The analysis of graphic dependences of length of an oblique part technological chip, a corner of a cut of an end face technological chip from size of displacement of an axis of a log in relation to an axis of rotation of mills are presented. The expediency of equipment chipper canter machine tools are confirmed by mechanisms of a vertical centering of logs.

Введение. Проблема комплексного использования сырья в лесопильной промышленности охватывает ряд вопросов, куда входят, в частности, оптимизация раскроя сырья, снижение энергоемкости процесса обработки, улучшение условий базирования пиломатериала [1], определение и внедрение в практику средств и методов использования отходов лесопиления, создание технологических процессов, исключаящих или снижающих количество отходов при повышении (обеспечении) качества получаемой пилопродукции [2].

Существенный вклад в решение данной проблемы вносит комплексная обработка древесины фрезерованием [3], получившая широкое распространение не только в Республике Беларусь, но и в странах ближнего и дальнего зарубежья. Реализуется она посредством применения дорогостоящего энергоемкого агрегатного оборудования в основном зарубежного производства: фрезерно-брусующих станков (ФБС) и линий на их основе.

На фрезерно-брусующих станках наиболее эффективна агрегатная обработка древесины диаметром 8–18 см с получением бруса и технологической щепы. Но опыт эксплуатации современных ФБС в Республике Беларусь и за рубежом показывает, что на данных станках в зависимости от технологии производства продукции обрабатываются бревна с вершинным диаметром свыше 18 см. Использование ФБС играет немаловажную роль для Республики Беларусь.

Основная часть. Изучение особенностей формообразования пилопродукции и технологической щепы позволило определить факторы, оказывающие влияние на качество получаемой

продукции. В наибольшей степени они определяются геометрией режущего инструмента фрезерно-брусующих станков.

Фрезерно-брусующие станки оснащаются специальным режущим инструментом – фрезами со спиральным расположением цельных двухлезвийных ножей.

Геометрические параметры двухлезвийных ножей со спиральным расположением в корпусе фрезы влияют на процесс получения бруса и технологической щепы на фрезерно-брусующих станках и определяют качество получаемой продукции, энергетические затраты на процесс переработки древесины, а также эксплуатационные расходы на режущий инструмент.

Двухлезвийные ножи расположены по конической поверхности корпуса фрезы, срезают последовательно слои древесины толщиной 5 мм. Образуется технологическая щепа с углом среза торца 45° .

Проведенные экспериментальные исследования процесса резания древесины двухлезвийными ножами на ФБС [4, 5] позволили установить, что шероховатость поверхности пласти бруса зависит от угла входа ножей i ($i = 1, 2, 3, \dots$) в древесину и угла выхода из древесины при обработке бревен, которые определяются величиной вертикального смещения оси бревна относительно оси вращения фрез.

Углы входа и выхода i -го ножа из древесины на соответствующей ему ширине пласти b_i бруса различны за счет конструктивной особенности фрезы и трансформации углов резания при вращении режущего инструмента.

Ранее было установлено, что длина элемента l_3 (мм) технологической щепы представляет собой сумму длины щепы $l_{щ}$ и проекции ее

скошенной части l_i и определяется по следующей формуле [6]:

$$l_{3,i} = l_{щ} + l_i = l_{щ} + \sqrt{R_i^2 - \left(a + \frac{b_i}{2}\right)^2} - \sqrt{\left(R_i - \frac{S_{щ}}{\operatorname{tg} \varphi}\right)^2 - \left(a + \frac{b_i}{2}\right)^2}, \quad i=1, 2, \dots, \quad (1)$$

где $l_{щ}$ – длины щепы, мм; l_i – проекция скошенной части элемента щепы, мм; R_i – радиус резания i -м двухлезвийным ножом фрезы; a – величина смещения оси бревна по отношению к оси вращения фрезы, мм; b_i – ширина пласти бруса, которую формирует i -й двухлезвийный нож, мм; $S_{щ}$ – толщина щепы, мм; φ – угол наклона короткого лезвия ножа по отношению к длинному лезвию, град.

Из выражения (1) видно, что длина элемента l_3 технологической щепы изменяется только за счет проекции l_i скошенной ее части, поскольку длина $l_{щ}$ технологической щепы – величина постоянная (т. е. 25 мм).

Определим предельные значения величин a и b_i . Диапазоны изменения величин a и b_i , входящих в зависимость, находим исходя из технических характеристик фрезерно-брусующих станков, например PSP 500 (фирма-производитель SAB, Германия), схема обработки бревен, фрезерование на которых представлена на рис. 1.

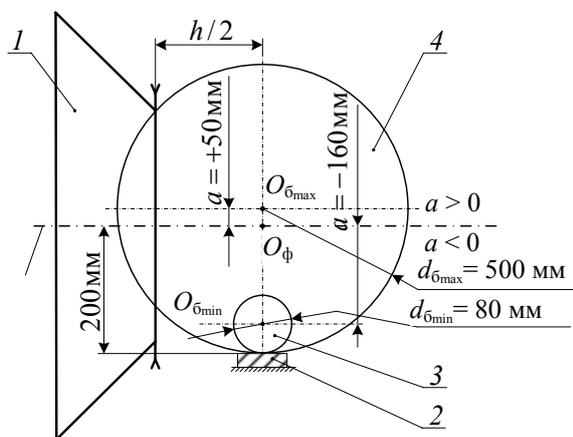


Рис. 1. Схема обработки бревен на фрезерно-брусующем станке PSP 500 (SAB, Германия):

- 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 $d_{бmin} = 80$ мм до $d_{бmax} = 500$ мм. На рис. 1 не пока-

зана правая фреза 1, симметрично расположенная относительно опоры 2. Оси бревен ($d_{бmin}$, $O_{бmax}$) 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 R_1 первым двухлезвийным ножом фрезы 1, близлежащим к поверхности пласти бруса, составляет 225 мм. Двухлезвийные ножи на фрезе срезают слои древесины толщиной $S_{щ} = 5$ мм, угол наклона лезвий ножа $\varphi = 45^\circ$. Если ширина пласти бруса $b_{i\min} = 0$ мм (т. е. процесс резания не осуществляется и двухлезвийный нож пластъ древесины не формирует); $b_{i\max} = 0,7d_{бmax} = 350$ мм. Построим график зависимости l от a в заданных диапазонах изменения переменной величины b_i ($0 \leq b_i \leq 350$ мм).

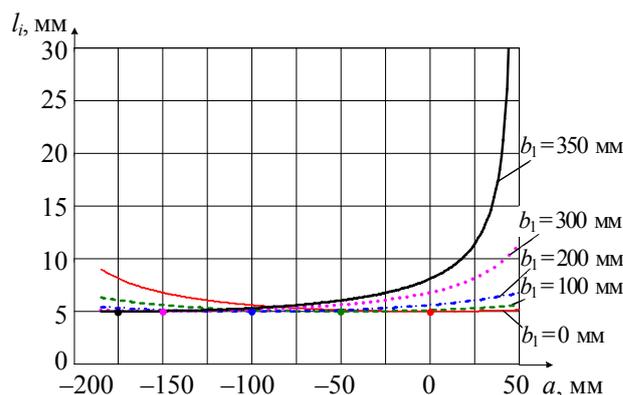


Рис. 2. Графики зависимости длины l_i скошенной части технологической щепы от величины a смещения оси бревна по отношению к оси вращения фрезы (• – минимумы зависимости l_i от a при разных b_i)

В качестве примера на рис. 2 представлено пять графиков зависимости длины l_i от a в интервале от $-160 < a < +50$ мм при различных значениях b_i ($0 \leq a \leq 350$ мм). Из рис. 2 видно, что минимальная длина скошенной части технологической щепы не превышает $l_{\min} = 5$ мм. Наибольшее значение длины скошенной части технологической щепы в данном диапазоне изменения переменных величин a и b_i равно 47,17 мм для $b_i = 350$ мм и $a = 50$ мм.

Из (1) следует, что длина скошенной части элемента технологической щепы зависит от толщины $S_{щ}$ получаемой щепы и угла φ наклона короткого лезвия ножа по отношению к длинному лезвию. Расчет по выражению (1) с учетом $l_{щ} = 25$ мм показывает, что отношение $l_{3\max}/l_{3\min}$ достигает 2,41.

Качество поверхности среза торцов технологической щепы (поврежденность щепы) зависит от угла $\varphi_{щ}$ среза торца щепы [7], поэтому проанализируем зависимость $\varphi_{щ}$ от a при заданном значении b_i .

Тангенс угла $\varphi_{щ}$ среза торца технологической щепы при заданном значении толщины $S_{щ}$ обратно пропорционален длине l_i скошенной части щепы. С учетом формулы (1), получим:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \varphi_{щ} &= \frac{S_{щ}}{l_i} = \\ &= \frac{S_{щ}}{\sqrt{R_i^2 - \left(a + \frac{b_i}{2}\right)^2} - \sqrt{\left(R_i - \frac{S_{щ}}{\operatorname{tg} \varphi}\right)^2 - \left(a + \frac{b_i}{2}\right)^2}}. \end{aligned} \quad (2)$$

На рис. 3 изображены графики зависимости $\varphi_{щ}$ от a в заданных диапазонах изменения переменной величины b_i ($0 \leq b_i \leq 350$ мм).

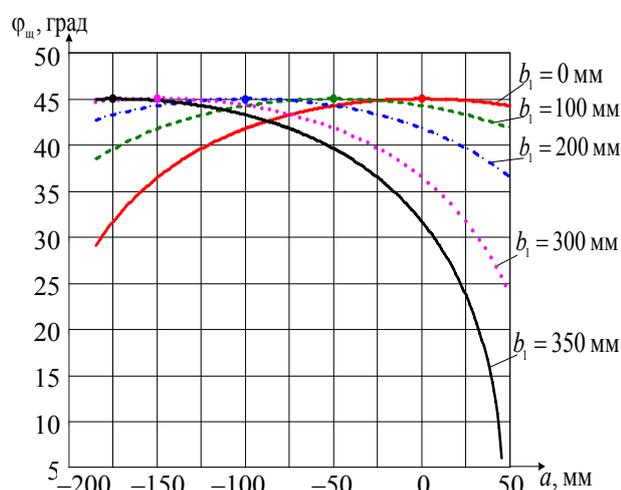


Рис. 3. Графики зависимости угла $\varphi_{щ}$ среза торца технологической щепы от величины a смещения оси бревна по отношению к оси вращения фрезы

В качестве примера на рис. 3 представлено пять графиков зависимости $\varphi_{щ}$ от a в интервале от $-160 < a < +50$ мм при разных значениях b_i ($0 \leq a \leq 350$ мм). Из рис. 3 видно, что для $b_i = 350$ мм угол среза торца технологической щепы имеет наименьшее значение $\varphi_{щ} = 6^\circ$ при расположении оси обрабатываемого бревна выше оси вращения фрез на величину $a = 45$ мм, а максимальный угол среза $\varphi_{щ\max} = 45^\circ$ достигается для всех b_i при $a = -b_i/2$ (как это и должно быть, так как при $a = -b_i/2$ длина l_i принимает минимальное значение).

Заключение. Представленные аналитические зависимости (1), (2) устанавливают связь параметров технологической щепы и двухлезвийного ножа (длины, толщины, угла перерезания волокон). Они влияют на производительность процесса обработки древесины фрезами со спиральным расположением ножей, а также на качественные показатели получаемой

продукции, и поэтому их необходимо учитывать при расчетах режимов резания и проектировании фрез. Следует отметить, что представленные аналитические зависимости не учитывают угол заострения длинного и короткого лезвий ножа (β_d, β_k) и задний угол (α).

Проведенные теоретические исследования с анализом закономерностей, устанавливающих взаимосвязь геометрических параметров технологической щепы и двухлезвийного ножа, обосновывают и подтверждают целесообразность оснащения фрезерно-брусующих станков механизмами вертикального центрирования бревен.

Литература

1. Фефилов, Л. А. Исследование условий базирования в подающей системе лесопильных рам: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.21.05 / Л. А. Фефилов; Центр. науч.-исследоват. ин-т механ. обраб. древесины. — Архангельск, 1980. — 22 с.
2. Таратин, В. В. К проблеме комплексного использования пиловочного сырья с применением фрезернопильного оборудования / В. В. Таратин // Проблемы лесного комплекса России в переходный период развития экономики: материалы Всерос. науч.-техн. конф. / Волог. гос. техн. ун-т. — Вологда, 2003. — С. 108–110.
3. Лурье, Л. З. Агрегатные методы обработки пиломатериалов: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.21.05 / Л. З. Лурье; Моск. лесотехн. ин-т. — М., 1978. — 42 с.
4. Раповец, В. В. Практические результаты экспериментальных исследований резания древесины двухлезвийными резцами на фрезерно-брусующих станках / В. В. Раповец // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообраб. пром-сть. — 2008. — Вып. XVI. — С. 205–208.
5. 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.
6. Микулинский, В. И. Расчет параметров щепы и резцов при резании спиральными фрезами / В. И. Микулинский // Респ. межвед. сб. / Бел. технол. ин-т им. С. М. Кирова. — Минск, 1985. — Вып. 15: Механическая технология древесины. — С. 105–111.
7. Раповец, В. В. Комплексная обработка древесины фрезами со спиральным расположением сборных двухлезвийных ножей, обеспечивающая качество продукции и снижение энергозатрат: дис. ... канд. техн. наук: 05.21.05 / В. В. Раповец; Белорус. гос. технол. ун-т. — Минск, 2011. — 206 л.

Поступила 14.03.2012