

УДК 674.055: 621.914.2

В.В. ТАРАТИН

Архангельский государственный технический университет



Таратин Вячеслав Викторович родился в 1955 г., окончил в 1977 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры лесопильно-строгальных производств Архангельского государственного технического университета. Имеет свыше 30 научных работ в области разработки, освоения и внедрения агрегатного лесопильного оборудования, совершенствования фрезерного инструмента.

ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ФРЕЗЕРНОГО ИНСТРУМЕНТА АГРЕГАТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ВЕЛИЧИНУ УГЛА СРЕЗА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЩЕПЫ

Получена зависимость между углом среза технологической щепы и геометрическими параметрами цилиндрических фрез агрегатного лесопильного оборудования. Результаты вычислений подтвердили ее полную сопоставимость с ранее предложенной методикой.

The relationship between the chips' bevelling angle and geometrical parameters of cylindrical milling cutters of gang saws has been obtained. The calculation results proved its complete correlation with the previously offered methods.

В настоящее время агрегатное лесопильное оборудование оснащают цилиндрическими и торцово-коническими (много- и малоножевыми) фрезами, которые перерабатывают бревна и брусья на пиломатериалы и технологическую щепу методами либо продольного (когда ось вращения инструмента перпендикулярна направлению волокон и вектору подачи), либо поперечного (когда ось вращения инструмента параллельна направлению волокон и перпендикулярна вектору подачи) фрезерования.

Первый метод наиболее распространен. На его основе работают большинство агрегатных станков [1], второй метод встречается реже в агрегатном лесопилении и используется за рубежом, в основном, для получения пилопродукции сложного профиля по копиру, например четырехкратных или восьмикратных брусьев и технологической щепы [2].

Согласно ГОСТ 15815–83 «Щепа технологическая. Технические условия» важным качественным показателем является угол среза щепы $\varphi_{щ}$, который должен составлять от 30 до 60 %. Стандарт допускает несоответствие этому требованию не более 30 % щепы от объема партии.

Если режущая кромка инструмента перпендикулярна волокнам древесины (рубительные машины без разворота загрузочного патрона и традиционные резцы (без закоса режущей кромки) цилиндрических фрез линий агрегатной переработки бревен модели ЛАПБ), то угол среза щепы равен кинематическому углу встречи θ и измеряется на кромке щепы в плоскости, параллельной направлению волокон древесины и перпендикулярной срезу щепы. При фрезеровании древесины торцово-коническими фрезами, когда режущая кромка инструмента расположена не под прямым углом к волокнам, угол $\varphi_{щ}$ определяли по двум углам: углу на пласти $\varphi_{п}$ и углу на кромке $\varphi_{к}$ с использованием специальной номограммы [1], что и давало фактическое значение $\varphi_{щ}$.

Для обоснования рациональности геометрических параметров вновь проектируемого и действующего фрезерного инструмента и с учетом вышеуказанного ограничения по параметру $\varphi_{щ}$ целесообразно определить связь этого параметра с геометрическими параметрами фрезерного инструмента.

Однако получение общей зависимости для трех типов фрезерного инструмента (цилиндрического, торцово-конического при продольном фрезеровании и цилиндрического при поперечном фрезеровании) достаточно трудоемко, так как аргументы функции угла $\varphi_{щ}$ будут разными для указанных типов инструмента.

При фрезеровании цилиндрическими фрезами, когда режущие кромки резцов закошены [3], угол $\varphi_{щ}$ зависит от угла встречи θ , угла резания в основной секущей плоскости δ_c (в плоскости, перпендикулярной оси вращения фрезы), угла разворота режущей кромки резца относительно оси вращения фрезы λ .

При фрезеровании торцово-коническими малоножевыми фрезами угол $\varphi_{щ}$ зависит от угла встречи θ ; угла наклона режущей кромки ножа к плоскости, перпендикулярной оси вращения фрезы, φ ; угла разворота режущей кромки ножа в плоскости, перпендикулярной оси вращения фрезы относительно диаметральной плоскости, ε [4].

При поперечном фрезеровании цилиндрическими фрезами с двухкромочными Г-образными ножами угол $\varphi_{щ}$ зависит от угла резания δ_c , угла наклона режущих кромок ножа друг к другу $\varphi_{п}$, углов скоса режущих кромок ножей λ_1, λ_2 [5].

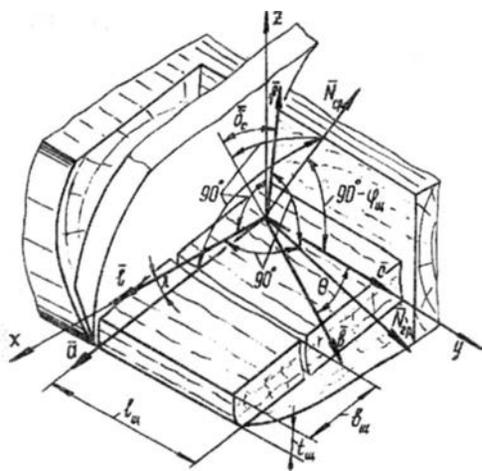


Рис. 1. Расчетная схема для определения зависимости угла среза щепы $\varphi_{щ}$ от кинематического угла встречи θ , угла резания в основной секущей плоскости резца δ_c и угла разворота режущей кромки резца относительно оси вращения фрезы λ

Методические положения по определению зависимости угла $\varphi_{щ}$ от перечисленных параметров аналогичны для всех трех типов фрезерного инструмента. Поэтому рассмотрим их на примере цилиндрических фрез (продольное фрезерование) линий агрегатной переработки бревен модели ЛАПБ, когда режущая кромка резца закошсна, т. е. $\lambda \neq 0$ [3].

Угол среза щепы $\varphi_{щ}$ – угол между вектором \bar{c} , который совпадает с направлением волокон древесины (рис. 1), и его проекцией на срез щепы (в качестве допущения за угол среза щепы принимали плоскость). Согласно рис. 1, угол $\varphi_{щ}$ определяли через угол между нормалью к плоскости среза щепы \bar{N}_{cp} и вектором \bar{c} . Этот угол $\varphi_{щ} = 90^\circ$.

Методика определения зависимости угла $\varphi_{щ}$ от параметров θ , δ_c , λ состоит в следующем.

1. Задать основную систему координат xuz , две оси которой (z и y) расположены в плоскости вращения фрезы, причем ось y совпадает с направлением волокон древесины (вектор \bar{c}). Ось x (и вектор \bar{l}) параллельна оси вращения фрезы.

2. Определить координаты векторов \bar{l} , \bar{f} , \bar{a} и нормали $\bar{N}_{гр}$ к передней грани резца (за переднюю грань дугообразного резца принята плоскость) во вспомогательной системе координат $x'y'z'$, построенной на плоскости, которая нормальна к передней грани резца. За счет использования поворота осей основной системы xuz определить координаты вектора \bar{a} , совпадающего с режущей кромкой резца.

3. Найти координаты нормали к плоскости среза щепы \bar{N}_{cp} на основании признака компланарности векторов, координаты двух из которых, \bar{b} и \bar{a} , определить на основании пунктов 1 и 2.

4. По координатам векторов \bar{c} и \bar{N}_{cp} определить искомую зависимость $\varphi_{щ}$ от параметров θ , δ_c , λ .

С помощью математической символики эта методика представлена в таблице.

Определение зависимости угла среза щепы от угловых параметров резца

<p>Координаты исходных векторов $\vec{i}, \vec{b}, \vec{c}, \vec{f}$ и нормали $\vec{N}_{гр}$ к передней грани резца</p>	<p>Координаты векторов $\vec{i}, \vec{f}, \vec{N}_{гр}, \vec{a}$ в системе координат $x'y'z'$ и вектора \vec{a} в системе $x y z$</p>	<p>Координаты нормали к плоскости среза щепы $\vec{N}_{сп}$</p>	<p>Зависимость угла среза щепы $\varphi_{щ}$ от координат $\vec{N}_{сп}$</p>
<p> $\vec{i} \{1, 0, 0\};$ $\vec{b} \{0, \cos\theta, -\sin\theta\};$ $\vec{c} \{0, 1, 0\};$ $\vec{f} \{0, m_2, n_1\} = -\cos(\theta + \delta_c) \times$ $\quad \times \vec{j} + \sin(\theta + \delta_c) \vec{k};$ $\vec{N}_{гр} \{A_{гр}, B_{гр}, C_{гр}\} =$ $-\begin{bmatrix} i & j & k \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & m_2 & n_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -\sin(\theta + \delta_c) \vec{j} - \\ -\cos(\theta + \delta_c) \vec{k} \end{bmatrix}$ </p>	<p>Система координат $x' y' z'$:</p> <p> $x' \rightarrow \vec{i} \{1, 0, 0\};$ $y' \rightarrow \vec{N}_{гр} \{0, 1, 0\};$ $z' \rightarrow \vec{j} \{0, 0, 1\};$ $\vec{a} \{\cos\lambda, 0, \sin\lambda\}.$ </p> <p>Система координат $x y z$:</p> <p> $\vec{a} \{l_2, m_2, n_2\} = (\cos\lambda -$ $-\sin\lambda) \vec{i} + \sin\lambda \cos(\theta + \delta_c) \times$ $\times \vec{j} - \sin\lambda \sin(\theta + \delta_c) \vec{k}$ </p>	<p> $\vec{N}_{сп} \{A_{сп}, B_{сп}, C_{сп}\} =$ $= \begin{bmatrix} i & j & k \\ l_2 & m_2 & n_2 \\ 0 & \cos\theta & -\sin\theta \end{bmatrix} = [-\sin\theta \sin\lambda \times$ $\times \cos(\theta + \delta_c) + \cos\theta \sin\lambda \times$ $\times \sin(\theta + \delta_c)] \vec{i} + \sin\theta (\cos\lambda -$ $-\sin\lambda) \vec{j} + \cos\theta (\cos\lambda -$ $-- \sin\lambda) \vec{k}$ </p>	<p> $\varphi_{щ} = \arcsin [B_{сп}(A_{сп}^2 + B_{сп}^2 +$ $+ C_{сп}^2)^{-0.5}]$ </p>

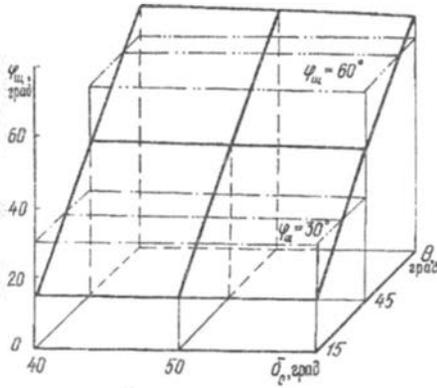


Рис. 2. Зависимость угла $\varphi_{ш}$ от δ_c при $\lambda = 15^\circ$

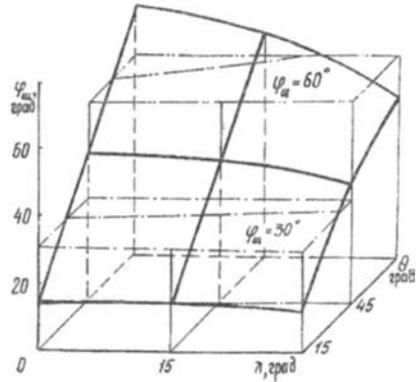


Рис. 3. Зависимость угла $\varphi_{ш}$ от θ и λ при $\delta_c = 50^\circ$

На основании методики зависимость $\varphi_{ш}$ от углов θ , δ_c , λ представлена следующим выражением:

$$\varphi_{ш} = \arcsin (\sin \theta (\cos \lambda - \sin \lambda) \{ [\sin \theta \sin \lambda \cos(\theta + \delta_c) - \cos \theta \sin \lambda \sin(\theta + \delta_c)]^2 + (\cos \lambda - \sin \lambda)^2 \}^{-0.5}).$$

Результаты вычислений по этой зависимости графически представлены на рис. 2, 3.

В качестве центральных и граничных значений диапазонов изменения углов θ и δ_c взяты рекомендуемые их значения [1]. Центральное значение угла λ принято равным 15° , что соответствует рекомендуемой величине угла для формирования цилиндрическими фрезами ступенчатого двухкантного бруса и его горизонтальной поверхности; граничное значение $\lambda = 30^\circ$ соответствует рекомендуемому значению угла для формирования боковых пластей четырехкантного бруса [3].

Как видно из рис. 2, 3, увеличение кинематического угла встречи ведет к значительному росту $\varphi_{ш}$, причем при $\lambda = 15^\circ$ (см. рис. 2) эта зависимость носит линейный характер, при $\delta_c = 50^\circ$ (рис. 3) и увеличении угла λ в диапазоне $15 \dots 30^\circ$ указанная зависимость приобретает слегка выраженный криволинейный характер.

В диапазоне $15 \dots 75^\circ$ угол $\varphi_{ш}$ увеличивается в 4,68 раза при $\delta_c = 40^\circ$, $\lambda = 15^\circ$ и в 4,62 раза при $\delta_c = 60^\circ$, $\lambda = 15^\circ$ (см. рис. 2); а также в 5,00 раза при $\lambda = 15^\circ$, $\delta_c = 50^\circ$ и в 3,77 раза при $\lambda = 30^\circ$, $\delta_c = 50^\circ$ (рис. 3).

Углы δ_c и λ оказывают значительно меньшее влияние на $\varphi_{ш}$, чем кинематический угол встречи. Характер этого влияния является слабо выраженным линейным во всем диапазоне изменения угла δ_c при $\lambda = 15^\circ$

(рис. 2) и в диапазоне $0^\circ < \lambda < 15^\circ$ при $\delta_c = 50^\circ$ (рис. 3). Угол $\varphi_{ш}$ при варьировании параметров δ_c и λ изменяется незначительно.

Так, в диапазоне $40^\circ < \delta_c < 60^\circ$ угол $\varphi_{ш}$ уменьшается на 2,16 % при $\theta = 15^\circ, \lambda = 15^\circ$ и на 3,35 % при $\theta = 60^\circ, \lambda = 15^\circ$; в диапазоне $0^\circ < \lambda < 15^\circ$ – на 4,84 %; в диапазоне $15^\circ < \lambda < 30^\circ$ при $\theta = 45^\circ, \delta_c = 50^\circ$ – на 20,2 %.

Допустимые значения угол $\varphi_{ш}$ принимает в следующих диапазонах: $30,0^\circ < \theta < 60,0^\circ$ при $\lambda = 0^\circ$; $35,9^\circ < \theta < 64,5^\circ$ при $\lambda = 15^\circ, \delta_c = 50^\circ$; $37,5^\circ < \theta < 75,0^\circ$.

Результаты расчетов по вышеприведенной формуле полностью соответствуют определенным по номограмме [1] на основании опытных замеров углов $\varphi_{ш}$ и $\varphi_{к}$.

Полученную зависимость угла среза щепы от кинематического угла встречи, угла разворота режущей кромки резца и угла резания можно использовать как составляющую системы зависимостей для обоснования параметров фрезерного инструмента агрегатного лесопильного оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Боровиков Е.М., Фефилов Л.А., Шестаков В.В. Лесопиление на агрегатном оборудовании. - М.: Лесн. пром-сть, 1985. - 216 с.
[2]. Виллистон Эд. Производство пиломатериалов (конструирование и технология на лесопильно-деревообрабатывающих предприятиях) / Пер. с англ.; Под ред. С. М. Хасдана. - М.: Лесн. пром-сть, 1981. - 384 с. [3]. Елькин В.П. Повышение эффективности фрезернопильного оборудования на основе разработки конструкций цилиндрических фрез для получения технологической щепы: Автореф. дис ... канд. техн. наук. - Л., 1989. - 17 с. [4]. Таратин В.В., Авксентьев М.П. Взаимосвязь параметров торцово-конических фрез и технологической щепы // Деревообраб. пром-сть. - 1993. - №3. - С. 19 - 20.
[5]. Таратин В.В. Исследование геометрических параметров ножей и щепы при торцовке пиломатериалов фрезерованием // Надежность и эксплуатация лесопильно-деревообрабатывающего оборудования: Науч. тр. / ЦНИИМОД. - 1990. - С. 90 - 96.

Поступила 20 сентября 1995 г.