

УДК 630\*652.54

**А. А. Гришкевич**, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой (БГТУ);

**А. Ф. Аникеенко**, ассистент, кандидат технических наук (БГТУ);

**В. Н. Гаранин**, кандидат технических наук, доцент (БГТУ)

### ОСОБЕННОСТИ ФРЕЗЕРНОГО СБОРНОГО ИНСТРУМЕНТА С ИЗМЕНЯЕМЫМИ УГЛАМИ: ПЕРЕДНИМ И НАКЛОНА РЕЖУЩЕЙ КРОМКИ

В работе представлена конструкция фрезы сборной с изменяемыми углами передним и наклона режущей кромки. Получены теоретические зависимости влияния угла наклона режущей кромки  $\lambda$  на величину отклонения от плоскостности  $\Delta R$  при различной длине режущей кромки лезвия и высоте обрабатываемой заготовки. Определен критерий возможного угла наклона режущей кромки при конкретной ее длине и ширине фрезерования.

In work the construction modular mills with changeable front and inclination angles are presented. The theoretical dependence of the influence of the angle of inclination on the  $\lambda$  value of flatness deviation  $\Delta R$  at different length of the cutting edge of the blade and the height of the workpiece are obtained. The criterion possible angle of inclination at a specific length and width of its milling are determined.

**Введение.** Обработка древесины и древесных материалов методом фрезерования является широко распространенной технологической операцией в деревоперерабатывающей промышленности. Фрезерный инструмент по количеству конструкций наиболее разнообразен в сравнении с другими видами дереворежущих инструментов. Технические инновации фрезерного дереворежущего инструмента в основном связаны с обеспечением качества получаемой продукции и уменьшением мощности на резание. При этом интенсификация процесса механической обработки древесины и древесных материалов возрастает.

**Основная часть.** На кафедре деревообрабатывающих станков и инструментов проводятся научно-исследовательские работы по созданию новых конструкций рефлекторного (от латинского слова reflecto – загибаю назад, поворачиваю) фрезерного инструмента, позволяющего частично решать поставленные задачи по ресурсо- и энергосбережению. Известно одно из ранее полученных авторских свидетельств учеными кафедры [1], также работавших в этом направлении.

Цель исследований – разработка новой конструкции фрезы сборной с изменяемыми углами – передним и наклона режущей кромки, которые позволят уменьшить мощность резания, повысить качество обрабатываемой поверхности и период стойкости инструмента.

Одна из разработок такого инструмента представлена на рис. 1. Особенностью конструкции является то, что держатель ножа 3 имеет возможность перемещаться относительно корпуса 2 по трем относительным координатам, изменяя при этом: передний  $\gamma$  ( $\pm 10^\circ$ ) или задний  $\alpha$  ( $\pm 10^\circ$ ) углы; угол наклона кромки  $\lambda$  ( $\pm 180^\circ$ );

угол между осью вращения и режущей кромкой ножа  $l$  ( $\pm 25^\circ$ ) (цилиндрическое или коническое фрезерование).

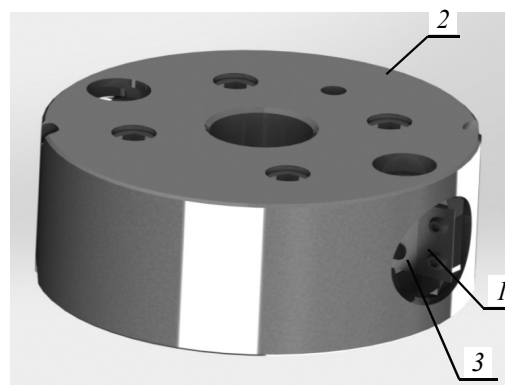


Рис. 1. Фреза сборная с изменяемыми углами передним и наклона кромки

Рассмотрим пример обработки кромки заготовки высотой  $h$  с размерами  $h \times b \times L$ , представленной на рис. 2.

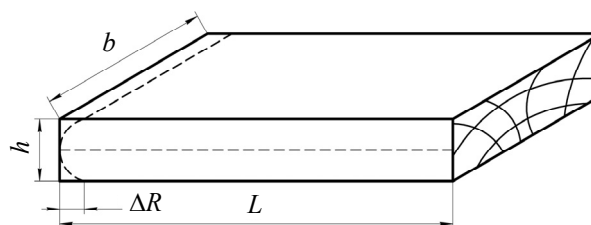


Рис. 2. Схема обрабатываемой заготовки

В результате поворота держателя ножа на угол  $\lambda$  обработанная поверхность заготовки  $l$  будет иметь криволинейную (выпуклую) форму 3 вследствие изменения диаметра резания по ширине обработки  $h$  (рис. 3). Максимальное отклонение от размера составит величину  $\Delta R$ .

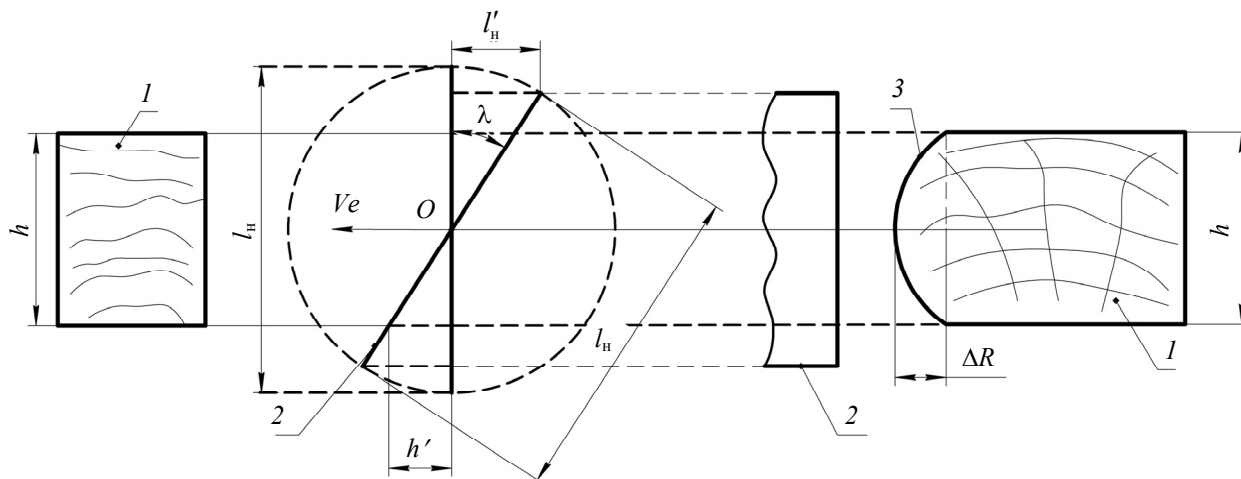


Рис. 3. Схема для расчета отклонения от плоскостности:

$1$  – заготовка;  $2$  – нож;  $3$  – криволинейная (выпуклая) обработанная поверхность;  $l'_n$  – проекция режущей кромки  $l_n/2$  на плоскость нормальную к оси вращения инструмента;  $h'$  – проекция высоты заготовки  $h/2$  на плоскость нормальную к оси вращения инструмента;  $l_n$  – длина режущей кромки лезвия

Если принять допущение, что геометрическая ось фрезы совпадает с геометрической осью обрабатываемой заготовки и она будет обработана симметрично, то в результате изменения угла наклона кромки лезвия ( $90^\circ > \lambda > 0^\circ$ ) поверхность заготовки на максимальной длине режущей кромки лезвия (максимальный радиус резания) может иметь отклонение от плоскостности. Это отклонение ограничивается ГОСТ [2] на величину, которую можно определить зависимостью (1) или (2).

$$\Delta R = \frac{R}{\cos\left(\arctg \frac{l_n}{2} \cdot \sin \lambda\right)} - R \quad (1)$$

или

$$\Delta R = \sqrt{R^2 + \left(\frac{l_n}{2} \cdot \sin \lambda\right)^2} - R, \quad (2)$$

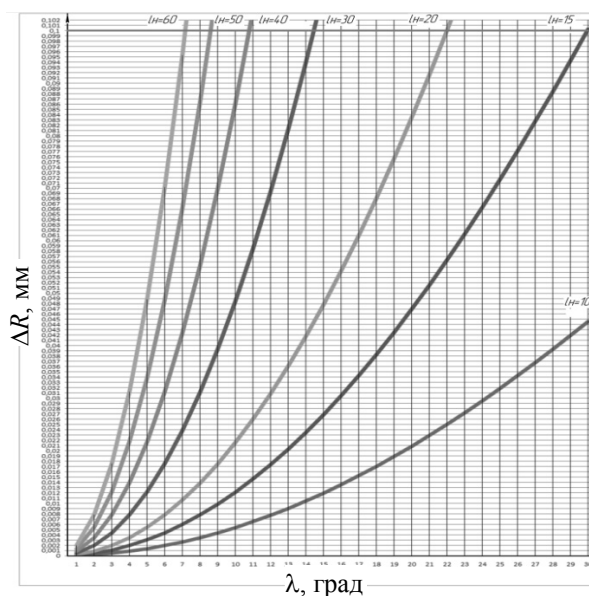
где  $R$  – радиус резания;  $l_n$  – длина режущей кромки ножа;  $\lambda$  – угол наклона кромки.

Если рассматривать отклонение от плоскостности  $\Delta R$  в зависимости от угла наклона режущей кромки  $\lambda$  при разных высотах обрабатываемых деталей (разная ширина фрезерования), то величину  $\Delta R$  можно определить по формуле (3):

$$\Delta R = \sqrt{R^2 + \left(\frac{h}{2} \cdot \operatorname{tg} \lambda\right)^2} - R. \quad (3)$$

По формуле (2) строим графики (рис. 4), характеризующие зависимость отклонения плоскостности  $\Delta R$  от угла наклона режущей кромки  $\lambda$  для длин режущих кромок ножа  $l_n = 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60$  мм, и формуле (3) графики

(рис. 5) для деталей высотой  $h = 10, 15, 20, 30, 40, 50$  мм при фрезеровании режущей кромкой длиной  $l_n = 60$  мм.

Рис. 4. Влияние угла наклона режущей кромки  $\lambda$  на величину отклонения от плоскостности  $\Delta R$  для установленных длин режущих кромок

Из приведенных графиков видно, что для лезвия с длиной режущей кромки 10 мм ее поворот на угол  $30^\circ$  увеличит радиус резания  $\Delta R$  (крайней точки режущей кромки) на 0,045 мм. То есть, заготовку высотой до 10 мм можно фрезеровать с углом  $\lambda = 30^\circ$  при степени точности по 14-му квалитету (до 0,10 мм).

Что касается лезвия с длиной режущей кромки 15 мм, то при угле  $\lambda = 30^\circ$  степень точности достигнет 0,10 мм (по 14 квалитету – 0,12 мм). Фрезеровать заготовку высотой  $h = 15$  мм можно

только при  $\lambda = 26,5^\circ$  с точностью 0,10 мм. При ширине фрезерования заготовки лезвием с длиной режущей кромки 20 мм ни 13-го, ни 14-го качества (0,10 и 0,16 мм соответственно) мы получить не сможем при  $\lambda = 30^\circ$ . Получить сможем только 15-й квалитет (до 0,25 мм), а 13-й квалитет точноности получим с углом  $\lambda$  не более  $22^\circ$ .

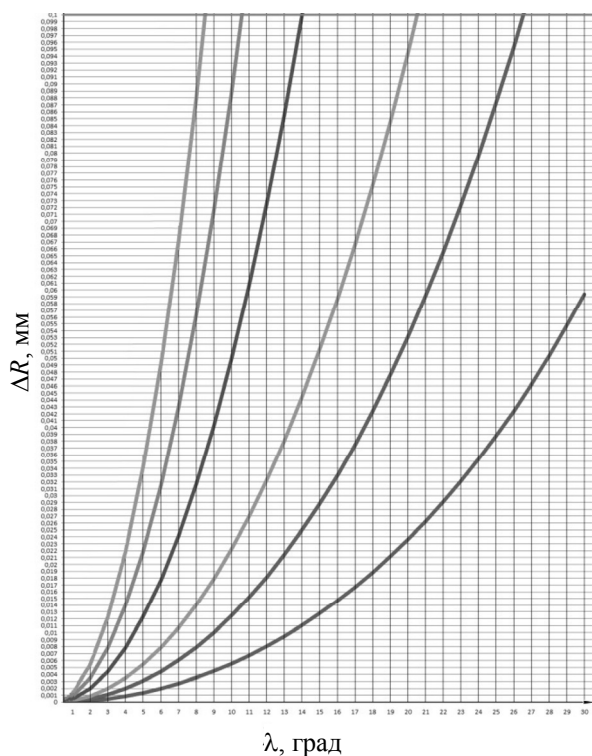


Рис. 5. Влияние угла наклона режущей кромки  $\lambda$  на величину отклонения от плоскостности  $\Delta R$  для установленных высот обрабатываемых деталей при фрезеровании режущей кромкой длиной  $l_{\text{н}} = 60$  мм

Аналогично можно провести анализ и по другим длинам режущих кромок, согласовав их при этом с высотами обрабатываемых деталей, и определить необходимый угол  $\lambda$  для установленного квалитета точности.

По методике, разработанной профессором Бершадским А. Л. [3], на мощность резания при фрезеровании влияет угол резания  $\delta$ , зависящий от угла наклона кромки  $\lambda$  и определяемый по формуле (4):

$$\delta_p = \arctg(\text{tg}\delta_N \cdot \cos\lambda), \quad (4)$$

где  $\delta_p$  – рабочий угол резания;  $\delta_N$  – угол резания в нормальном сечении лезвия;  $\lambda$  – угол наклона кромки.

При этом с увеличением угла  $\lambda$  уменьшается и мощность резания, поскольку уменьшается рабочий угол резания  $\delta_p$ .

Таким образом, можно отметить, что поворот режущей кромки лезвия на угол  $\lambda$  до  $90^\circ$  будет способствовать уменьшению мощности резания, однако отрицательным образом влиять на степень точности обработки и в конечном счете степень точности обработки будет критерием при оптимизации угла  $\lambda$ .

**Заключение.** Предлагаемая конструкция фрезы сборной дает возможность изменять угол наклона кромки (угол в плоскости резания между режущей кромкой и основной плоскостью) и передний (задний) угол, что позволяет уменьшить составляющие силы резания, повысить полный период стойкости инструмента по критерию качества (отсутствие: сколов при обработке ламинированных древесностружечных плит, отрыва волокон, сколов при обработке древесины). Она позволит решить научно-исследовательскую задачу по оптимизации угла  $\lambda$  по показателям качества обработанной поверхности (отклонение от плоскостности) и мощности на резание, а также стать универсальным инструментом при обработке различных видов материалов на деревоперерабатывающих предприятиях.

### Литература

1. Цилиндрическая фреза: а. с. № 666080 / Л. В. Лабурдов, А. П. Клубков, А. П. Фридрих; заявитель Белорусский технологический институт им. С. М. Кирова. № 2424015/29-15. Минск: Вышэйшая школа, 1976.
2. Изделия из древесины и древесных материалов. Допуски формы и расположения поверхностей: ГОСТ 6449.3–82. Минск, 1982.
3. Бершадский А. Л., Цветкова Н. И. Резание древесины, Минск: Вышэйшая школа, 1975.

Поступила 28.02.2014