

В. И. МИКУЛИНСКИ

инженер

О СВЯЗИ МЕЖДУ УГЛОВЫМИ ПАРАМЕТРАМИ ЗУБА С КОСОЙ ЗАТОЧКОЙ

Зубья с косою заточкой давно нашли широкое применение в пилах для поперечной распиловки, так как они улучшают качество поверхности и снижают расход энергии на пиление.

Однако, если зуб с прямой заточкой конструктивно прост, а геометрия его элементов и связь между ними очевидна, то это далеко не так для зуба с косою заточкой. При наличии косою заточки изменяются углы и изменяется также характер взаимодействия зуба с древесиной. Для теории и практики необходимо знание этих изменений. В литературе этот вопрос не имеет до сих пор достаточного освещения.

Возьмем в общем случае в двух проекциях зуб с косою заточкой по передней и задней граням (рис. 1) и обозначим:

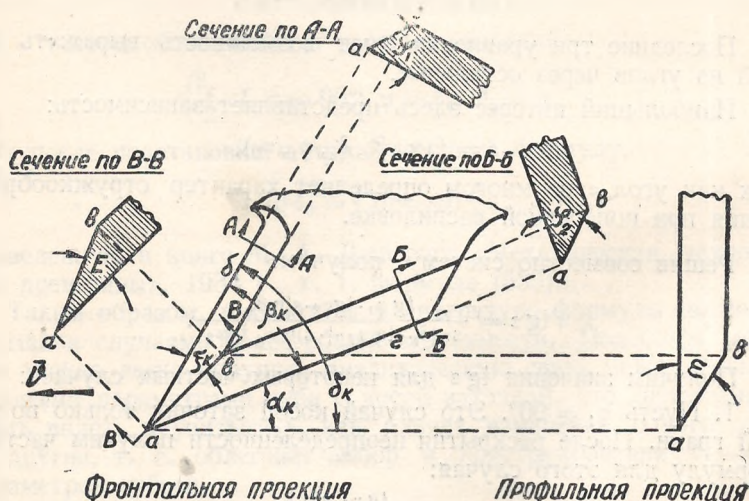


Рис. 1. Зуб пилы с косою заточкой по передней и задней граням.

- ab — передняя режущая кромка;
 av — короткая режущая кромка;
 ag — задняя режущая кромка;
 $\alpha_k, \beta_k, \delta_k$ — контурные углы: задний заострения и резания (в плоскости пилы);
 ξ_k — контурный угол между короткой режущей кромкой av и боковой ab ;
 φ_1, φ_2 — углы косо́й заточки по передней и задней граням в сечениях $AA \perp ab$ и $BB \perp ag$;
 E — угол между короткой режущей кромкой и плоскостью пилы в сечении $B-B$, проходящем через $av \perp$ плоскости пилы;
 ε — проекция угла E на плоскость, перпендикулярную вектору скорости \bar{v} .

Установим аналитическую связь между названными выше углами, воспользовавшись методом, основы которого изложены в начертательной геометрии. (В. Гордон и М. Семенцов-Огиевский «Курс начертательной геометрии», § 15, 1955 г.).

На этом основании усматриваем, что угол φ_1 есть не что иное, как проекция угла E на секущую плоскость $A-A$ и что эту связь можно записать так:

$$\operatorname{tg} E = \operatorname{tg} \varphi_1 \operatorname{Cos} (90 - \xi_k) = \operatorname{tg} \varphi_1 \sin \xi_k \quad (1)$$

и аналогично в отношении плоскости $B-B$

$$\operatorname{tg} E = \operatorname{tg} \varphi_2 \sin (\beta_k - \xi_k) \quad (2)$$

и в отношении плоскости профиля

$$\operatorname{tg} E = \operatorname{tg} \varepsilon \cdot \sin (\delta_k - \xi_k). \quad (3)$$

Последние три уравнения дают возможность выражать любой из углов через остальные.

Наибольший интерес здесь представляет зависимость:

$$\varepsilon = f(\alpha_k, \beta_k, \delta_k, \varphi_1, \varphi_2),$$

так как угол ε во многом определяет характер стружкообразования при поперечной распиловке.

Решив совместно систему, получим:

$$\operatorname{tg} \varepsilon = \frac{\operatorname{tg} \varphi_1 \cdot \operatorname{tg} \varphi_2 \cdot \sin \beta_k}{\sin \delta_k \cdot \operatorname{tg} \varphi_1 + \sin \alpha_k \operatorname{tg} \varphi_2}.$$

Получим значения $\operatorname{tg} \varepsilon$ для некоторых частных случаев:

1. Пусть $\varphi_1 = 90^\circ$. Это случай косо́й заточки только по задней грани. После раскрытия неопределенности получим частную формулу для этого случая:

$$\operatorname{tg} \varepsilon = \frac{\operatorname{tg} \varphi_2 \cdot \sin \beta_k}{\sin \delta_k}.$$

Формула для этого же случая приведена в труде А. Э. Грубе («Станки и инструменты по деревообработке», 1949, формула № 54) и имеет вид:

$$\text{Ctg} \varepsilon = \frac{\text{tg} \varphi_s \cdot \sin \beta}{\text{Cos} \gamma}.$$

При подстановке принятых А. Э. Грубе обозначений ($\delta_k = 90 - \gamma$; $\varphi_2 = 90 - \varphi_s$; $\beta_k = \beta$) в нашу формулу устанавливаем их несовпадение. По-видимому, в формуле, приведенной в означенном выше труде, допущена ошибка. В этом можно убедиться, если, например, изменять только угол заострения β_k за счет уменьшения заднего угла α_k , тогда угол ε будет уменьшаться, что не соответствует действительности.

2. Пусть $\varphi_2 = 90^\circ$, это случай косо́й заточки только по передней грани, тогда получим:

$$\text{tg} \varepsilon = \frac{\text{tg} \varphi_1 \cdot \sin \beta_k}{\sin \alpha_k},$$

что с учетом обозначений

$$(\varphi_2 = 90 - \varphi_p; \beta = \beta_k; \alpha = \alpha_k)$$

дает:

$$\text{tg} \varepsilon = \frac{\text{Ctg} \varphi_p \cdot \sin \beta}{\sin \alpha}$$

(там же, формула № 55).

3. При $\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi$ случай, когда угол косо́й заточки по передней и по задней граням одинаков, имеем

$$\text{tg} \varepsilon = \frac{\text{tg} \varphi \cdot \sin \frac{\beta_k}{2}}{\sin \left(\alpha_k + \frac{\beta_k}{2} \right)},$$

что с учетом обозначений и частных значений

$$\left(\frac{\beta_k}{2} + \alpha = 90^\circ; \varphi = \delta_0; \beta_k = \alpha \right)$$

дает после подстановки и преобразований формулу:

$$\text{Ctg} \delta_0 = \text{Ctg} \varepsilon \cdot \sin \frac{\alpha}{2},$$

приведенную в книге М. А. Дешевого «Механическая технология древесины», 1934 г., т. 1, формула (538).

Таким образом, имеющиеся в литературе формулы являются частными случаями более общей зависимости. Подобным методом можно легко получить аналитическую связь между любыми угловыми параметрами зуба с косо́й заточкой, что дает возможность видеть и учитывать, как влияет изменение одного угла на другие, т. е. облегчает выбор и конструирование угловых параметров зубьев.