УДК 621.9

Бокун Н.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ ПЕРЕДНИМИ И ЗАДНИМИ УГЛАМИ В РАЗНЫХ СЕКУЩИХ ПЛОСКОСТЯХ

Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель канд. техн. наук доцент Молочко В.И.

Как известно, геометрические параметры резца измеряются в нормальном сечении к режущему лезвию. Однако обеспечить на заточных станках такое положение затачиваемого инструмента относительно шлифовального круга, при котором получают требуемые геометрические параметры в нормальном сечении, в большинстве случаев невозможно. Заточные станки позволяют воспроизвести геометрию резца только в продольном и поперечном сечениях резца, перпендикулярных к основной плоскости.

Известно также, что резцы являются составной частью более сложных инструментов. Например, у сверл передние и задние углы главного режущего лезвия определяются как в нормальном к лезвию сечении, так и в осевом сечении; у торцевых фрез кроме задания угла γ в нормальном сечении различают продольный передний угол γ_0 в сечении, параллельном оси фрезы, и поперечный или радиальный передний угол γ_r в сечении, перпендикулярном оси фрезы. Необходимость определения рабочих углов в разных секущих плоскостях имеет место и при анализе геометрии других режущих инструментов.

Таким образом, возникает практическая потребность в установлении связи между передними и задними углами в разных секущих плоскостях, проведенных через заданную точку на режущей кромке резца, либо в виде функций $\gamma_0 = \gamma_0(\gamma, \varphi, \lambda)$, $\gamma_r = \gamma_r(\gamma, \varphi, \lambda)$ и

$\alpha_0 = \alpha_0(\alpha, \varphi, \lambda)$, $\alpha_r = \alpha_r(\alpha, \varphi, \lambda)$, если эта режущая кромка является главной, либо в виде функций $\gamma_{10} = \gamma_{10}(\gamma_1, \varphi_1, \lambda_1)$, $\gamma_{1r} = \gamma_{1r}(\gamma_1, \varphi_1, \lambda_1)$ и $\alpha_{10} = \alpha_{10}(\alpha_1, \varphi_1, \lambda_1)$, $\alpha_{1r} = \alpha_{1r}(\alpha_1, \varphi_1, \lambda_1)$, если эта кромка является вспомогательной.

Известные [1,2] способы нахождения указанных функций основаны на анализе геометрических соотношений между отрезками, отсекаемыми нормальной, осевой и радиальной секущими плоскостями на координатных плоскостях, т.е. они дают частные решения задачи.

Предлагаемый нами способ решения (его можно назвать векторно-аналитическим) дает общее решение задачи. На основе этого способа можно получить требуемое частное решение, устанавливающее функциональную связь между углами γ и α в нормальной и произвольно повернутой на угол ξ по отношению к режущей кромке секущей плоскости.

Суть метода заключается в следующем.

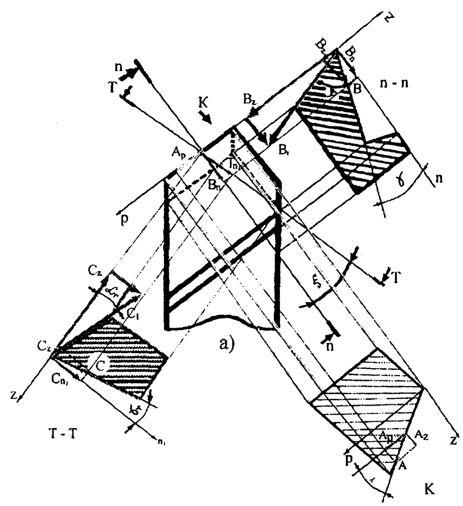

Рис. 1

Из произвольно выбранной точки главной режущей кромки (рис.1, а) проведем три вектора, один из которых (вектор А) направим по режущей кромке (вид К), второй (вектор В) направим по линии пересечения главной секущей плоскости и передней поверхности резца (сечение n-n), а третий, (вектор C), направим по линии пересечения секущей плоскости, отклоненной от главной секущей плоскости на угол ξ, и передней поверхности резца (сечение T-T).

Поскольку все три вектора лежат на передней поверхности резца, (следовательно находятся в одной плоскости), то смешанное векторное произведение этих векторов независимо от их численной величины равно нулю, т.е.

$$(A \cdot B) \cdot C = 0. \qquad (1)$$

В связи с возможностью произвольного выбора модулей векторов, примем их численные значения такими, чтобы проекции этих векторов на основную плоскость (рис.1 а) были равны единице. Если теперь выбрать систему координат так, чтобы ось p совпадала с проекцией главной режущей кромки на основную плоскость, а оси n и z были ей перпендикулярны, то тогда проекции векторов A, B и C на выбранные оси координат будут равны

$$\begin{array}{lll} A_p=1. & B_p=0, & C_p=-\sin\xi, \\ A_n=0. & B_n=1. & C_n=\cos\xi. \\ A_z=\mathrm{tg}\lambda, & B_z=-\mathrm{tg}\gamma, & C_z=-\mathrm{tg}\gamma_T. \end{array}$$

Векторное уравнение (1) можно записать в виде матрицы

$$\begin{vmatrix} A_p & B_p & C_p \\ A_n & B_n & C_n \\ A_z & B_z & C_z \end{vmatrix} = 0. \qquad (2)$$

Для удобства вычислений дополним матрицу двумя первыми столбцами.

$$\left| \begin{array}{ccccc} A_p & B_p & C_p & A_p & B_p \\ A_n & B_n & C_n & A_n & B_n \\ A_z & B_z & C_z & A_z & B_z \end{array} \right. = 0. \qquad (3)$$

Тогда определитель матрицы (3) будет равен алгебраической сумме произведений элементов, взятых со знаком плюс, если они охватываются линиями, идущими сверху вниз, и со знаком минус, если линии идут снизу вверх:

$$A_pB_nC_z+B_pC_nA_z+C_pA_nB_z-C_pB_nA_z-A_pC_nB_z-B_pA_nC_z = 0.$$

После подстановки значений проекций векторов **A**, **B** и **C** в уравнение (4) приходим к выражению

$$tg\gamma_T = tg\gamma \cdot \cos\xi + tg\lambda \sin\xi\,. \qquad (5)$$

Если из той же точки провести дополнительно два вектора, один из которых (вектор B_1) направить по линии пересечения главной секущей плоскости и задней поверхности резца (сечение n-n), а второй (вектор C_1) - по линии пересечения произвольной секущей плоскости и задней поверхности резца (сечение T-T), то тогда окажется, что векторы A, B_1 и C_1, будут находиться на главной задней поверхности резца, т.е. в одной плоскости. В связи с этим можно записать

$$(A \cdot B_1)\cdot C_1 = 0. \qquad (6)$$

Проекции вновь введенных векторов B_1 и C_1 на выбранные оси координат будут равны

$B_{1p}=0$,	$C_{1p}=-\sin\xi$,
$B_{1n}=1$,	$C_{1n}=\cos\xi$,
$B_{1z}=-tg\alpha$.	$C_{1z}=-tg\alpha_T$.

Как и уравнение (1), уравнение (6) можно записать в виде матрицы с дополняющими столбцами.

$$\left|\begin{array}{ccc} A_p & B_{1p} & C_{1p} \\ A_n & B_{1n} & C_{1n} \\ A_z & B_{1z} & C_{1z} \end{array}\right| \begin{array}{cc} A_p & B_{1p} \\ A_n & B_{1n} \\ A_z & B_{1z} \end{array} = 0. \qquad (3)$$

откуда после подстановки значений проекций векторов **A**, **B**$_1$ и **C**$_1$ и проведения аналогичных преобразований получаем

$$ctg\alpha_T = ctg\alpha \cos\xi + tg\lambda \sin\xi\,. \qquad (7)$$

Уравнения (5) и (7) устанавливают функциональную связь между передними и задними углами резца в главной секущей и произвольно проведенной секущей плоскостями.

Если углу ξ задать значение ξ=90-φ, то тогда произвольно расположенная секущая плоскость Т-Т становиться осевой, т.е. параллельной оси обрабатываемой детали, в связи с чем углы γ_T , α_T можно обозначить как γ_0, α_0. Подставляя в уравнения (5) и (7) указанное значение ξ, получим первое частное решение в виде функциональных зависимостей $\gamma_0 = \gamma_0(\gamma, \varphi, \lambda)$ и $\alpha_0 = \alpha_0(\alpha, \varphi, \lambda)$:

$$\operatorname{tg}\gamma_0 = \operatorname{tg}\gamma \sin\varphi + \operatorname{tg}\lambda \cos\varphi,$$
$$\operatorname{ctg}\alpha_0 = \operatorname{ctg}\alpha \sin\varphi + \operatorname{tg}\lambda \cos\varphi.$$

Если секущую плоскость повернуть в обратную от сечения n-n сторону и задать ξ=-φ, то тогда секущая плоскость Т-Т становится радиальной, т.е. перпендикулярной оси обрабатываемой детали, в связи с чем углы γ_T и α_T можно обозначить как γ_r и α_r. Подставляя в уравнения (5) и (7) значение ξ=-φ, получим второе частное решение в виде функциональных зависимостей $\gamma_r = \gamma_r(\gamma, \varphi, \lambda)$ и $\alpha_r = \alpha_r(\alpha, \varphi, \lambda)$:

$$\operatorname{tg}\gamma_r = \operatorname{tg}\gamma \cos\varphi - \operatorname{tg}\lambda \sin\varphi,$$
$$\operatorname{ctg}\alpha_r = \operatorname{ctg}\alpha \cos\varphi - \operatorname{tg}\lambda \sin\varphi.$$

Аналогичным образом могут быть получены функциональные зависимости между углами γ и α во вспомогательной и произвольно расположенной секущей плоскостями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основы резания материалов и режущий инструмент: учебник для машиностроит. спец. вузов / П.И. Ящерицын [и др.]. – 2-е изд., доп. и перераб. – Мн.: Выш. школа, 1981. – 560 с.

2. Грановский, Г.И., Грановский, В.Г. Резание металлов. – Мн.: Выш. школа, 1985.