

Н.С.Равская<sup>1</sup> д-р техн.наук, Т.П.Николаенко<sup>2</sup> канд.техн.наук, С.В.Ромашенко<sup>1</sup> студ.  
1 – НТУ Украины «Киевский политехнический институт», г.Киев, Украина;  
2 – КНУБА, г.Киев, Украина

## ФОРМООБРАЗОВАНИЕ ЗАДНЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ФАСОННЫХ ФРЕЗ ФОРМООБРАЗУЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ ШЛИФОВАЛЬНОГО КРУГА

---

*Розглядається задача формоутворення задньої поверхні фасонних фрез формуючою поверхнею шліфувального круга при різних установках його відносно поверхні, що оброблюється.*

*The problem forming modeling a flank surface of form milling cutters is considered by a form-building surface of an abrasive wheel, at different his settings concerning a job surface.*

---

### Введение

Формообразование задней поверхности режущего инструмента определяется профилем режущей кромки, формой задней поверхности и значением заднего угла [1, 2]. Формы задних поверхностей могут быть самыми разнообразными и, как правило, у фасонных инструментов они не перетачиваются. Наибольшее распространение у фасонных инструментов получили неперетачиваемые задние поверхности, образованные сравнительно простыми движениями: прямолинейно-поступательными, вращательными и совокупностью вращательного и прямолинейно-поступательного.

Так, у фасонных призматических резцов для формообразования задней поверхности используется прямолинейно-поступательное движение, у радиальных резцов – вращательное. У острозаточенных фасонных фрез прямолинейно-поступательное, у затылованных фасонных фрез наибольшее распространение получило затылование по Архимедовой спирали, т.е. используется совокупность равномерных прямолинейно-поступательного и вращательного движений.

От расположения скорости этих движений применительно к тому или иному типу инструмента изменяются значения задних углов вдоль режущей кромки. Основы теории формообразования режущих инструментов изложены в работах [1, 2, 3, 4]

Однако формообразование задней поверхности фасонных фрез формующей окружностью шлифовального круга ранее не рассматривалось. В данной работе рассматриваются вопросы формообразования фасонных фрез формующей поверхностью шлифовального круга при заданной форме режущей кромки и задней фасонной цилиндрической поверхности. В этом случае задача формообразования сводится к определению задних углов при различном расположении шлифовального круга.

### Формообразование задней поверхности фасонных фрез при параллельных осях шлифовального круга и фрез.

Схема формообразования задней поверхности фрез формующей окружностью шлифовального круга приведена на рис. 1.

Ось шлифовального круга и ось обрабатываемой фрезы устанавливаются параллельно друг другу. Шлифовальный круг устанавливается таким образом, чтобы в исследуемой точке  $A$  режущей кромки фрезы образовал инструментальный задний угол  $\alpha$ , равный выбранной величине в опорной точке  $A$  режущей кромки.

В системе  $XYZ$  проведем вектор  $\bar{P}$  по касательной  $AC$  к режущей кромке:

$$\bar{P} = -\bar{i} \cdot \sin \varphi + \bar{k} \cdot \cos \varphi .$$

Вектор, идущий по касательной к задней поверхности в плоскости перпендикулярной фрезе, расположенной на прямой  $AB$  будет:

$$A\bar{B} = \bar{j} - \bar{k} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \gamma) ,$$

где  $\gamma$  - инструментальный передний угол в рассматриваемой точке  $A$  режущей кромки.

Вектор  $\bar{V}$  скорости главного движения резания будет:

$$\bar{V} = -\bar{j} \cdot \cos \gamma + \bar{k} \cdot \sin \gamma$$

Вектор  $\bar{V} = -\bar{j} \cdot \cos \gamma + \bar{k} \cdot \sin \gamma$

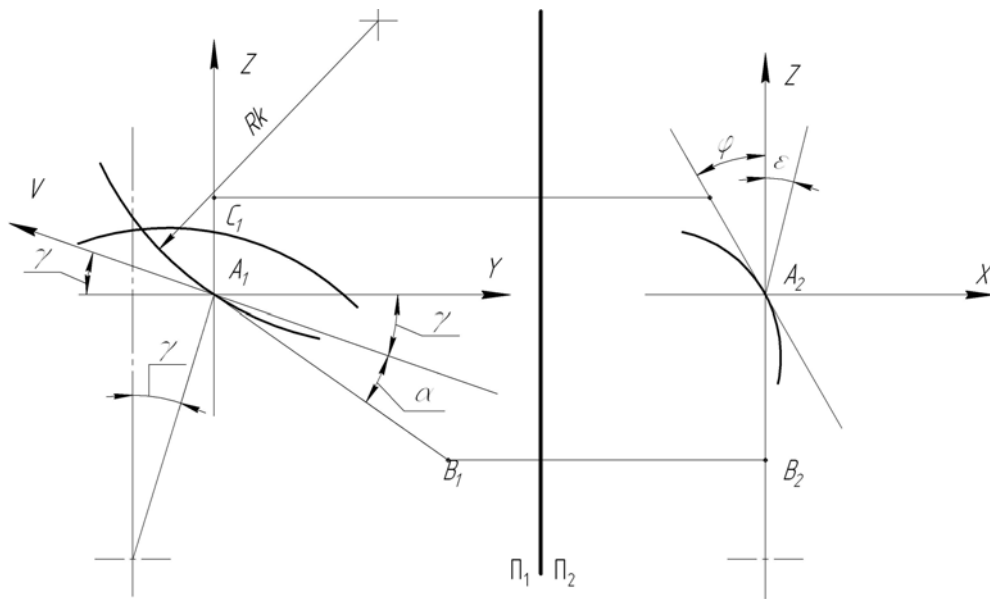


Рис. 1. Определение заднего угла  $\alpha_N$  при параллельных осях шлифовального круга и фрезы.

Вектор нормали  $\bar{N}_p$  к поверхности резания определяется как векторное произведение вектор определяется как векторное произведение вектор  $\bar{V}$  и  $\bar{P}$ , касательных к поверхности резания:

$$\bar{N}_p = [\bar{P} \times \bar{V}]$$

В координатной форме будем иметь:

$$\bar{N}_p = \begin{vmatrix} \bar{i} & \bar{j} & \bar{k} \\ -\sin \varphi & 0 & \cos \varphi \\ 0 & -\cos \gamma & \sin \gamma \end{vmatrix}$$

Раскрывая определитель получим:

$$\bar{N}_p = \bar{i} \cdot \cos \gamma \cdot \cos \varphi + \bar{j} \cdot \sin \varphi \cdot \sin \gamma + \bar{k} \cdot \sin \varphi \cdot \cos \gamma$$

Вектор нормали  $\bar{N}_3$  к задней поверхности определяется как векторное проведение векторов  $\bar{P}$  и  $\bar{AB}$  к задней поверхности:

$$\bar{N}_3 = [\bar{P} \times \bar{AB}]$$

В координатной форме будем иметь:

$$\bar{N}_3 = \begin{vmatrix} \bar{i} & \bar{j} & \bar{k} \\ -\sin \varphi & 0 & \cos \varphi \\ 0 & 1 & -\operatorname{tg}(\alpha + \gamma) \end{vmatrix}$$

Раскрывая определитель получим:

$$\bar{N}_3 = \bar{i} \cdot (-\cos \varphi) - \bar{j} \cdot \sin \varphi \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \gamma) - \bar{k} \cdot \sin \varphi$$

Угол между рассматриваемыми векторами  $N_p$  и  $N_3$  равен статическому заднему углу  $\alpha_N$  в нормальном к режущему кромке сечению. Угол между векторами  $\bar{N}_p$  и  $\bar{N}_3$  определяется по известной зависимости:

$$\cos \alpha_N = \frac{(\bar{N}_p \cdot \bar{N}_3)}{|\bar{N}_p| \cdot |\bar{N}_3|},$$

где  $(\bar{N}_p \cdot \bar{N}_3)$  – скалярное произведение векторов равно:

$$(\bar{N}_p \cdot \bar{N}_3) = -\cos^2 \varphi \cdot \cos \gamma - \sin^2 \varphi \cdot \sin \gamma \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \gamma) - \sin^2 \varphi \cdot \cos \gamma$$

Преобразуя получим:

$$(\bar{N}_p \cdot \bar{N}_3) = -\cos \gamma - \sin^2 \varphi \cdot \sin \gamma \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \gamma)$$

Модуль вектора  $|\bar{N}_p|$  будет равен:

$$|\bar{N}_p| = \sqrt{\cos^2 \gamma \cdot \cos^2 \varphi + \sin^2 \varphi \cdot \sin^2 \gamma + \sin^2 \varphi \cdot \cos^2 \gamma}$$

Преобразуя получим:

$$|\bar{N}_p| = \sqrt{\sin^2 \varphi + \cos^2 \gamma \cdot \cos^2 \varphi}$$

Модуль вектора нормали к задней поверхности будет равен:

$$|\bar{N}_3| = \sqrt{\cos^2 \varphi + \sin^2 \varphi \cdot \operatorname{tg}^2(\alpha + \gamma) + \sin^2 \varphi} = \sqrt{1 + \sin^2 \operatorname{tg}^2(\alpha + \gamma)}$$

Таким образом статический задний угол в нормальном к режущей кромке сечении будет:

$$\cos \alpha_N = \frac{\cos \gamma + \sin^2 \varphi \cdot \sin \gamma \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \gamma)}{\sqrt{\sin^2 \varphi + \cos^2 \gamma} \cdot \cos^2 \varphi \cdot \sqrt{1 + \sin^2 \varphi \cdot \operatorname{tg}^2(\alpha + \gamma)}}$$

В частном случае при  $\varphi=0$  будет иметь:

$$\cos \alpha_N = \frac{\cos \gamma}{\cos \gamma} = 1$$

Отсюда статический задний угол в нормальных к режущей кромке сечении будет равен нулю ( $\alpha_N=0$ ).

Таким образом при малых значениях угла  $\varphi$  в соответствующих точках режущих кромок создаются малые величины статических задних углов  $\alpha_N$  в нормальном к режущей кромке сечении.

В частном случае при  $\varphi=90^\circ$  будем иметь:

$$\cos \alpha_N = \frac{\cos \gamma + \sin \gamma \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \gamma)}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2(\alpha + \gamma)}}$$

Преобразуя получим:

$$\cos \alpha_N = [\cos \gamma + \sin \gamma \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \gamma)] \cdot \cos(\alpha + \gamma) = \cos \alpha$$

Следовательно  $\alpha_N=\alpha$ .

Для того, чтоб получить положительные задние углы на режущих кромках фрезы при  $\varphi=0$  ось шлифовального круга устанавливается наклонной.

### **Формообразование задней поверхности фасонных фрез формообразующей окружностью при наклонной установке шлифовального круга.**

Схема наклонной установки шлифовального круга при формообразовании задней поверхности фасонных фрез окружностью приведена на рис. 2.

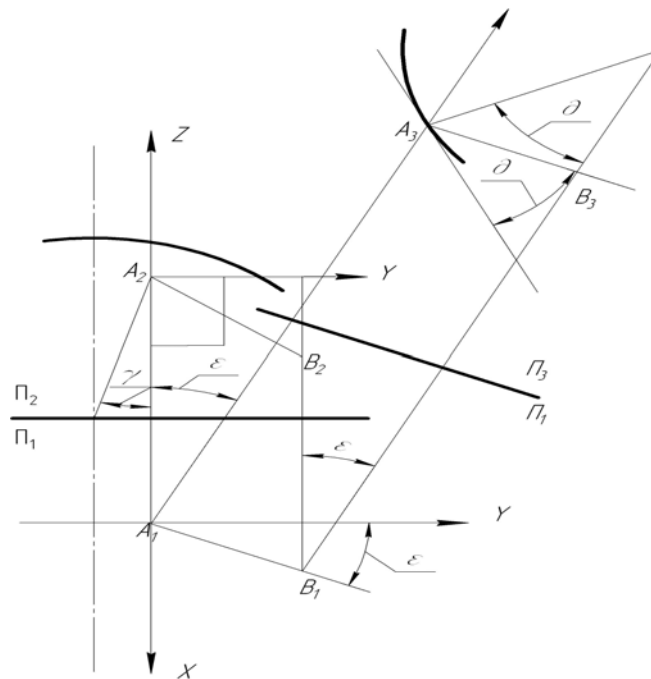


Рис. 2. Определение заднего угла  $\alpha_N$  при наклонной установке шлифовального круга

Положение касательной АВ к формообразующей окружности определяется углом  $\delta$ , который характеризует на плоскости  $\Pi_3$  положение оси шлифовального круга.

Вектор  $\overline{AB}$ , который касается задней поверхности фрезы в точке А будет:

$$\overline{AB} = \vec{i} \cdot \sin \varepsilon + \vec{j} \cdot \cos \varepsilon - \vec{k} \cdot \operatorname{tg} \delta$$

Соответственно вектор нормали  $N_3$  к задней поверхности будет:

$$\overline{N}_3 = [\overline{P} \times \overline{AB}] = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ -\sin \varphi & 0 & \cos \varphi \\ \sin \varepsilon & \cos \varepsilon & -\operatorname{tg} \delta \end{vmatrix}$$

Раскрывая определитель будем иметь:

$$\overline{N}_3 = \vec{i} \cdot (-\cos \varepsilon \cdot \cos \varphi) - \vec{j} \cdot (\sin \varphi \cdot \operatorname{tg} \delta - \sin \varepsilon \cdot \cos \varphi) - \vec{k} \cdot (-\sin \varphi \cdot \cos \varepsilon)$$

Скалярное произведение векторов  $\overline{N}_p$  и  $\overline{N}_3$  будет:

$$(\overline{N}_p \cdot \overline{N}_3) = -\cos \gamma \cdot \cos^2 \varphi \cdot \cos \varepsilon - \sin^2 \varphi \cdot \sin \gamma \cdot \operatorname{tg} \delta + \sin \varepsilon \cdot \cos \varphi \cdot \sin \varphi \cdot \sin \gamma - \sin^2 \varphi \cdot \cos \gamma \cdot \cos \varepsilon$$

Преобразуя получим:

$$(\overline{N}_p \cdot \overline{N}_3) = -\cos \gamma \cdot \cos \varepsilon - \sin^2 \varphi \cdot \sin \gamma \cdot \operatorname{tg} \delta + \sin \varepsilon \cdot \cos \varphi \cdot \sin \gamma$$

Модуль вектора  $\overline{N}_3$  будет равен:

$$|\overline{N}_3| = \sqrt{\cos^2 \varepsilon \cdot \cos^2 \varphi + (\sin \varphi \cdot \operatorname{tg} \delta - \sin \varepsilon \cdot \cos \varphi)^2 + \sin^2 \varphi \cdot \cos^2 \varepsilon}$$

Преобразуя получим:

$$|\overline{N}_3| = \sqrt{\cos^2 \varepsilon + \sin \varphi \cdot \operatorname{tg} \delta - \sin \varepsilon \cdot \cos \varphi}$$

Статический задний угол  $\alpha_N$  в нормальном к режущей кромке сечении будет равен:

$$\cos \alpha_N = \frac{(\overline{N}_p \cdot \overline{N}_3)}{|\overline{N}_p| \cdot |\overline{N}_3|} = \frac{\cos \gamma \cdot \cos \varepsilon + \sin^2 \varphi \cdot \sin \gamma \cdot \operatorname{tg} \delta - \sin \varepsilon \cdot \cos \varphi \cdot \sin \varphi \cdot \sin \gamma}{\sqrt{\sin^2 \varphi + \cos^2 \gamma \cdot \cos^2 \varphi} \cdot \sqrt{\cos^2 \varepsilon + (\sin \varphi \cdot \operatorname{tg} \delta - \sin \varepsilon \cdot \cos \varphi)^2}}$$

При  $\varphi=0$  будем иметь:

$$\cos \alpha_N = \frac{\cos \gamma \cdot \cos \varepsilon}{\sqrt{\cos^2 \gamma} \cdot \sqrt{\cos^2 \varepsilon + \sin^2 \varepsilon}}$$

Отсюда

$$\cos \alpha_N = \frac{\cos \gamma \cdot \cos \varepsilon}{\cos \gamma} = \cos \varepsilon, \text{ где } \alpha_N = \varepsilon$$

## Выводы

В статье определены зависимости по определению значений статического заднего угла в нормальном к режущей кромке сечении при формообразовании задней

поверхности фасонных фрез формообразующей поверхностью параллельных осей фрезы и круга, так при наклонной установке круга показано, что при значении  $\varphi$  близкого к нулю для получения положительных  $\alpha_{ст}$  необходимо чтобы ось круга была наклонена по отношению к оси фрезы. В этом случае задний угол  $\alpha_{ст}$  равен углу наклона оси шлифовального круга.

#### Список литературы

1. Родин П.Р. Металлорежущие инструменты. – К: Вища школа, 1986-455с.
2. Родин П.Р. Основы проектирования режущих инструментов. – К: Вища школа, 1990-424с.
3. Равська Н.С., Родін П.Р. Мельничук П.П. Металорізальний інструмент. – Житомир. ЖДТУ: 2007. – 612с.
4. Равская Н.С., Родин П.Р. Основы теории затылования режущих инструментов. – Современные технологии в машиностроении, Т.1.

УДК 534-8, 621.647.23

**А.Ф. Луговской, д-р техн.наук, проф., А.В. Мовчанюк, канд.техн.наук,  
И.А. Гришко, маг.  
НТУ Украины «Киевский политехнический институт», г.Киев, Украина**

### **ОЦЕНКА МЕТОДОВ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ**

---

*Розглянуто особливості різних методів обеззараження води, наведено порівняльний аналіз їх ефективності при знешкодженні мікроорганізмів. Дана оцінка ступеню впливу вказаних методів на організм людини.*

*Having discussed peculiars of different methods of decontamination of water. The comparative analyses of their effectiveness of distraction of microorganisms is given. The estimation the steps of influence of the given methods to human organism is received*

---

Стремительное увеличение населения, а также интенсивное развитие промышленных производств, использующих в технологических целях воду, постепенно вывело на первое место проблему получения и сохранения пресной воды.

Для обеспечения нормальной жизнедеятельности человека необходима вода, отвечающая очень строгим санитарно-гигиеническим нормам. При рассмотрении технологического процесса получения питьевой воды необходимо комплексно рассматривать вопросы обеззараживания и фильтрации.

Существующие ныне методы обеззараживания воды можно разделить на четыре основные группы:

- химические, связанные с применением сильных окислителей. В качестве окислителей используют хлор, диоксид хлора, гипохлорит натрия, озон, марганцево-кислый калий, йод, перекись водорода;