

# ОБРАЗОВАНИЕ ВСПОМОГАТЕЛЬНОЙ ЗАДНЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ДОЛБЯКОВ МЕТОДОМ ОБКАТКИ

Я. БАЛИ

Кафедра Технологии машиностроения Будапештского Технического Университета

(Поступило: 27 февраля 1976 г.)

Представлено: проф. КАЛАСИ И.

## Введение

С целью увеличения стойкости долбяков, как косо-, так и прямо-зубых, их вершина и боковые кромки соединяются переходными фасками. Размер, взаимное расположение этих фасок, а также задние углы по этим фаскам должны оставаться неизменными при переточках.

Образование фаски является довольно трудоемкой и ответственной операцией. Обычно эта операция выполняется вручную на заточном станке, что связано с большими трудностями, в первую очередь в отношении качественного выполнения операции и опасности случайного среза режущих кромок.

Анализ формы и назначения задней поверхности по фаскам в виде тонкой ленточки показывает, что она может рассматриваться как часть винтовой эвольвентной поверхности, а обработку ее, таким образом, можно выполнять на зубошлифовальном станке методом обкатки.

Для этого необходимо найти геометрические параметры заменяющей поверхности, что в данном случае сводится к определению диаметра основного цилиндра и шага винтовой эвольвентной поверхности, так как эти два геометрические параметра однозначно характеризуют и определяют поверхность данного типа.

## 1. Определение размера и относительного расположения упрочняющей (переходной) фаски

Упрочняющая фаска (согл. фиг. 1), соединяющая боковые кромки с кромкой при вершине, выбирается исходя из следующих соображений:

- фаска не должна выходить за пределы, предусмотренные стандартом через допустимый радиус закругления вершины;
- фаска должна обеспечивать по возможности максимальную стойкость;
- размер и расположение фаски должны оставаться неизменными при переточках или изменяться незначительно.

Учитывая вышеперечисленные требования, ширину фаски следует назначать в пределах

$$f = (0,25 \div 0,35) S_f,$$

где  $S_f$  — толщина зуба при вершине нового долбяка, измеряемая в торцевом сечении.

Фаску целесообразно расположить перпендикулярно биссектрисе угла  $\varepsilon$  при вершине, образованного касательными к боковой кривой профиля и окружности головок в точке их пересечения (см. фиг. 2). Такое расположение фаски обеспечивает то, что фаска пересекает боковой профиль и окружность головок под равным углом, что с точки зрения условия резания является весьма выгодным.

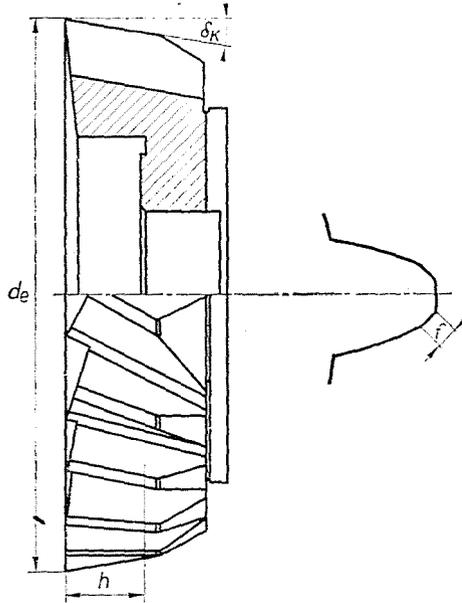


Рис. 1

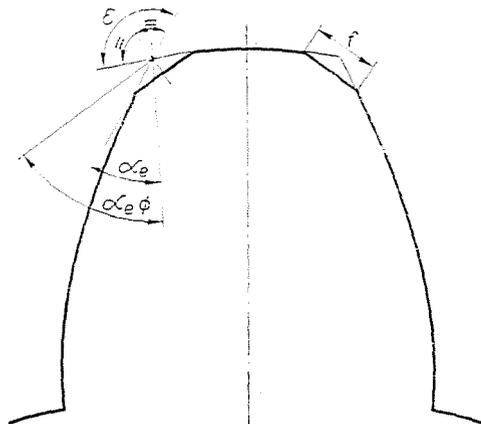


Рис. 2

## 2. Определение диаметра основного цилиндра заменяющей эвольвенты

Упрочняющая фаска с небольшой шириной без погрешности может быть заменена эвольвентной поверхностью. Эвольвента окружности — как известно из эвольвентной геометрии — определяется одним параметром — радиусом ее основной окружности.

В нашем случае эта эвольвента должна проходить через точку пересечения окружности головок с боковым профилем и иметь профильный угол в этой точке, равный половине угла  $\varepsilon$ . Из фигуры 2. следует, что между боковым профильным углом долбяка и профильным углом заменяющей фаску эвольвенты имеет место следующее соотношение:

$$\varepsilon = \frac{\pi}{2} + \alpha_e,$$

$$\alpha_{e\phi} = \frac{\varepsilon}{2}.$$

Диаметр основной окружности заменяющей эвольвенты определяется исходя из наружного диаметра нового долбяка и профильного угла  $\alpha_{e\phi}$ :

$$\alpha_{a\phi} = \alpha_e \cdot \cos \alpha_{e\phi}.$$

Для долбяков, заточенных в торцевом сечении, профильные углы на тупой и острой сторонах одинаковы, поэтому основная окружность заменяющей эвольвенты будет общим для обеих сторон. Для долбяков, заточенных в нормальном сечении, из-за разности профильных углов на тупой и острой сторонах, диаметр основной окружности следует определить отдельно для обеих сторон. В некоторых случаях, в первую очередь при небольших углах наклона зубьев, большом числе зубьев, профильный угол заменяющей эвольвенты выбирается постоянным и одинаковым для обеих сторон.

$$\alpha_{e\phi} = 60^\circ.$$

В этом случае, конечно, основная окружность заменяющей эвольвенты будет общей для обеих сторон.

## 3. Определение параметров заменяющей эвольвентной винтовой поверхности

Задняя поверхность, принадлежащая упрочняющей фаске — как показывает предварительный анализ — может быть заменена цилиндрической винтовой поверхностью; при этом перечисленные в пункте 1. требования полностью удовлетворяются, особенно, что касается последнего из этих тре-

бований, то-есть сохранение постоянства или небольшого изменения размера и расположения фаски при переточках долбяка.

В пункте 2. торцевое сечение заменяющей винтовой поверхности было определено как эвольвента окружности. Следовательно, заменяющая поверхность будет эвольвентной винтовой поверхностью. Как известно, цилиндрическая винтовая поверхность может быть определена со своим торцевым сечением и шагом. Первый параметр был уже определен, как диаметр основной окружности эвольвенты в торцевом сечении и, следовательно, остается определить только шаг.

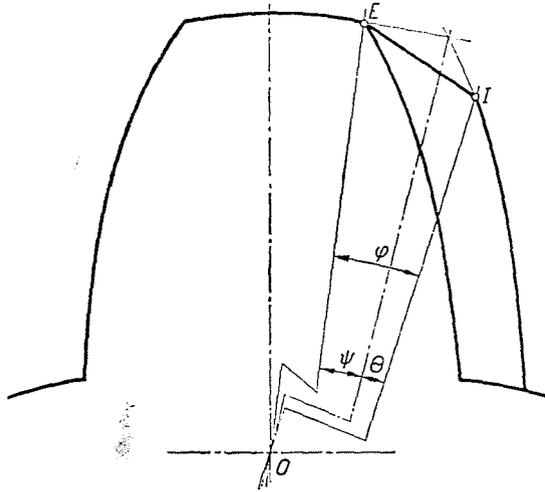


Рис. 3

На фиг. 3 показан вид с торца зуба долбяка. Задняя поверхность фаски, в виде узкой ленты, должна протягиваться вдоль пространственной линии  $EI$ . Эта линия получается как пересечение боковой эвольвентной поверхности долбяка с поверхностью наружного конуса. Проводить через эту линию винтовую эвольвентную поверхность, отличную от боковой поверхности невозможно, но мы можем поставить условие, чтобы заменяющая винтовая эвольвентная поверхность проходила через две точки этой линии. Получающейся при этом погрешностью, в силу ее малости, можно пренебречь. Первая задача состоит в выборе точек  $E$ ;  $I$  и определении их координат. Такими точками будут точки пересечения бокового профиля с окружностью головок для нового (точка  $E$ ) и для предельно сточенного долбяка (точка  $I$ ). Координаты этих точек целесообразно выражать в цилиндрической системе координат. (Смотри фиг. 4). Координаты точки  $E$  могут быть определены по исходным данным. Координаты же точки  $I$  рассчитываются следующим образом: Координата по оси долбяка равна величине стачивания  $h$ , а радиус

окружности, на которой лежит точка будет равен:

$$r_i = r_e - h \cdot \tan \delta_k.$$

Угловая координата  $\varphi$  (смотри фиг. 3) определяется как сумма поворота эвольвенты  $\psi$ , соответствующего ее осевому перемещению на величину  $h$  и эвольвентного угла  $\Theta$ , определенного для участка бокового профиля между точками, на радиусах  $r_e$  и  $r_i$

$$\psi = \frac{2\pi}{H} \cdot h,$$

$$\Theta = \text{inv } \alpha_e - \text{inv } \alpha_i.$$

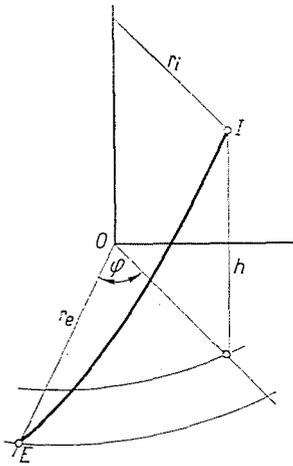


Рис. 4

Таким образом, искомые координаты точек, через которые проводим заменяющую винтовую поверхность будут:

$$\begin{aligned} E [0; r_e; 0], \\ I [\varphi; r_i; h] \end{aligned}$$

где

$$\varphi = \psi + \Theta.$$

Профильный угол заменяющей эвольвентной винтовой поверхности в точке  $E$  равен  $\alpha_{e\phi}$ , а для точки  $I$  определяется по формуле

$$\cos \alpha_{i\phi} = \frac{r_{c\phi}}{r_i}.$$

Таблица исходных данных и расчетных формул для определения параметров заменяющей поверхности

Наименование	Обозначения	Формула
Профильный угол нового долбяка на вершине зубьев	$\alpha_e$	Исходные данные
Наружный диаметр нового долбяка	$d_e$	
Шаг боковой винтовой поверхности долбяка	$H$	
Угол конуса вершины зубьев	$\delta_k$	
Величина стачивания	$h$	
Наружный диаметр сточенного долбяка	$d_i$	$d_i = d_e - 2h \operatorname{tg} \delta_k$
Профильный угол сточенного долбяка на вершине зубьев	$\alpha_i$	$\cos \alpha_i = \frac{d_e}{d_i} \cos \alpha_e$
Угол при вершине долбяка	$\varepsilon$	$\varepsilon = \frac{\pi}{2} + \alpha_e$
Профильный угол заменяющей поверхности для нового долбяка	$\alpha_{e\phi}$	$\alpha_{e\phi} = \frac{\varepsilon}{2}$
Диаметр основного цилиндра заменяющей винтовой поверхности	$d_{a\phi}$	$d_{a\phi} = d_e \cos \alpha_{e\phi}$
Эвольвентный угол для боковой поверхности долбяка	$\Theta$	$\Theta = \operatorname{inv} \alpha_e - \operatorname{inv} \alpha_i$
Угол поворота винтовой поверхности, соответствующий стачиванию	$\psi$	$\psi = \frac{2\pi}{H} \cdot h$
Профильный угол заменяющей поверхности для сточенного долбяка	$\alpha_{i\phi}$	$\cos \alpha_{i\phi} = \frac{d_{a\phi}}{d_i}$
Эвольвентный угол заменяющей боковой поверхности	$\Theta_{\phi}$	$\Theta_{\phi} = \operatorname{inv} \alpha_{e\phi} - \operatorname{inv} \alpha_{i\phi}$
Угол поворота винтовой заменяющей поверхности, соответствующий стачиванию	$\psi_{\phi}$	$\psi_{\phi} = \psi + \Theta - \Theta_{\phi}$
Шаг заменяющей винтовой поверхности	$H_{\phi}$	$H_{\phi} = \frac{2\pi}{\psi_{\phi}} \cdot h$

Зная углы  $\alpha_{e\phi}$  и  $\alpha_{i\phi}$  можно определить эвольвентный угол между точками  $E$  и  $I$ .

$$\Theta_{\phi} = \operatorname{inv} \alpha_{e\phi} - \operatorname{inv} \alpha_{i\phi}.$$

Угол поворота эвольвентного профиля заменяющей винтовой поверхности, соответствующий осевому перемещению на величину  $h$ , рассчитывается на основе угла  $\Theta_{\phi}$  и  $\psi$ , и выражается формулой

$$\Psi_{\phi} = \psi + \Theta - \Theta_{\phi}.$$

Шаг заменяющей винтовой поверхности получается непосредственно расчетом по формуле

$$H_{\phi} = \frac{2\pi}{\psi_{\phi}} \cdot h.$$

Параметры  $\alpha_{\phi}$  и  $H_{\phi}$  определяют заменяющую винтовую поверхность, а наладку зубошлифовального станка можно рассчитывать непосредственно по этим параметрам.

Расчет необходимо производить отдельно для тупой и острой стороны зуба долбяка, так как параметры заменяющих поверхностей будут отличаться друг от друга. Отклонение параметров заменяющих поверхностей сводится к следующим причинам:

- профильные углы боковых поверхностей на тупой и острой сторонах не одинаковые (за исключением долбяков типа Сайкс);
- шаг боковой винтовой поверхности на тупой стороне зуба долбяка не равен шагу такой же поверхности на острой стороне;
- эвольвентные углы  $\Theta$  и  $\Theta_{\phi}$  на тупой и на острой сторонах зубьев имеют разные знаки: для тупой стороны они являются положительными, а для острой — отрицательными.

#### 4. Заключение

Предложенная методика замены задней поверхности фаски эвольвентной винтовой поверхностью дала возможность перевести ее обработку на зубошлифовальный станок, взамен имеющей до сих пор место ручной операции, выполняемой на заточном станке. При этом увеличивается производительность выполнения операции, улучшается качество и уменьшается опасность брака.

Конечно, эффективность применения данного метода зависит от многих факторов, в первую очередь технологического характера. Сюда относится выбор начальной окружности, по которой производится обкатка при шлифовании: длина обкатки; величина круговой подачи; одновременная обработка фаски с обеих сторон. Специфичность выбора или назначение этих технологических факторов связана со сравнительно большим профильным углом заменяющей эвольвенты и узкой, лентообразной формой задней поверхности. Но подробно эти вопросы в рамках данной статьи не рассматриваются.

### Резюме

В статье рассматриваются вопросы замены задней поверхности, принадлежащей упрочняющей фаске на вершинах зубьев долбяков, эвольвентной винтовой поверхностью. Такая замена дает возможность перевести обработку этой поверхности на зувошлифовальный станок.

Приводится метод расчета параметров заменяющей винтовой поверхности, обеспечивающих постоянство размера и расположения упрочняющей фаски при переточках долбяка.

д-р Бали Янош

Н-1521 Будапешт.