

УДК 621.92

В.Б. Богущкий, ст.преподаватель, **С.М. Братан**, профессор, докт. техн. наук
Севастопольский технический университет, Россия
E-mail: bogutskivb@yandex.ru

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ШЛИФОВАНИЯ СТРУЖЕЧНЫХ КАНАВОК ПРОТЯЖЕК

В статье рассмотрена геометрическая задача взаимодействия шлифовального круга, расположенного под углом к оси заготовки и предложены аналитические зависимости расчета площадей их контакта с целью предотвращения дефектов структуры металла.

Ключевые слова: шлифование, шлифовальный круг, стружечная канавка, площадь контакта, периферийная поверхность, дефекты структуры металла

1. Введение

Одной из наиболее сложных и трудоемких операций при производстве металло-режущего инструмента, является операция шлифования стружечных канавок и задних поверхностей. Особенно это важно при изготовлении таких дорогостоящих инструментов как протяжки, цилиндрические и модульных фрезы и др. Обработка вышеуказанных поверхностей, а именно: стружечных канавок червячных фрез или протяжек выполняется профильным инструментом, правка которого выполняется по копиру. При этом следует учитывать, что часть профилированной поверхности шлифовального круга имеет большую площадь контакта с поверхностью обрабатываемой детали.

В работах многих авторов [1,2,3] отмечается, что работоспособность протяжек во многом зависит от размеров и формы стружечных канавок, так как при протягивании они оказывают существенное влияние на процесс формирования и схода стружки. Форма впадины зуба должна способствовать плавному завиванию стружки в плотный валик и ее свободному размещению во впадине. Отмечается, что режущие зубья протяжки образуются путем прорезания на исходном стержне поперечных стружечных канавок, т. е. образования передней поверхности и пространства для размещения образующейся при резании стружки и созданий задних поверхностей, обеспечивающих положительные задние углы на режущих кромках.

Необходимо отметить, что работоспособность протяжек так же во многом зависит как от размеров и формы стружечных канавок, так и качества их обработки [4]. Форма впадины зуба должна способствовать плавному завиванию стружки в плотный валик и ее свободному размещению во впадине.

2. Основное содержание и результаты работы

При анализе особенностей процесса шлифования стружечных канавок, было выявлено, что их шлифование можно рассматривать как процесс обработки, при котором сьем материала происходит периферией профильного шлифовального круга и его боковой поверхностью по мере его внедрения в обрабатываемую заготовку. При этом следует учитывать, что ось вращения инструмента находится под углом к оси вращения инструмента. Производительность процесса при этом прямо пропорциональна площади поверхности фасонного круга, которая находится в непосредственном контакте с заготовкой, и скорости его внедрения (подачи) вглубь разрезаемой заготовки. Таким обра-

зом, не затрагивая вопроса, связанного с характеристикой круга по его зернистости, материалу абразива, твердости и характеру рельефа боковых поверхностей, необходимо рассмотреть геометрическую задачу взаимодействия круга с заготовкой [5, 6].

Задача заключается в определении общей площади F_S контакта круга диаметром D , расположенного под углом γ к оси обрабатываемой заготовки с наружным диаметром d , диаметром стружечных канавок d_1 , с радиусной поверхностью r в зависимости от величины внедрения y круга в заготовку с подачей инструмента под углом γ к оси заготовки – S_y .

При построении математической модели необходимо найти величину площади F_S , которая складывается из двух частей: боковой площади F_B , и площади F_P контакта периферийной части фасонного круга.

$$F_S = F_B + F_P.$$

На рис. 1 показана схема взаимодействия фасонного круга с заготовкой. Видно, что боковая поверхность круга контактирует с заготовкой по площади ограниченной кривыми ABC и ADC (рис. 1 а,б), а контактирование периферийной поверхности инструмента происходит по поверхности $EE'F'F$ (рис.1, в), суммарная поверхность контакта и её форма показана на (рис.1, г).

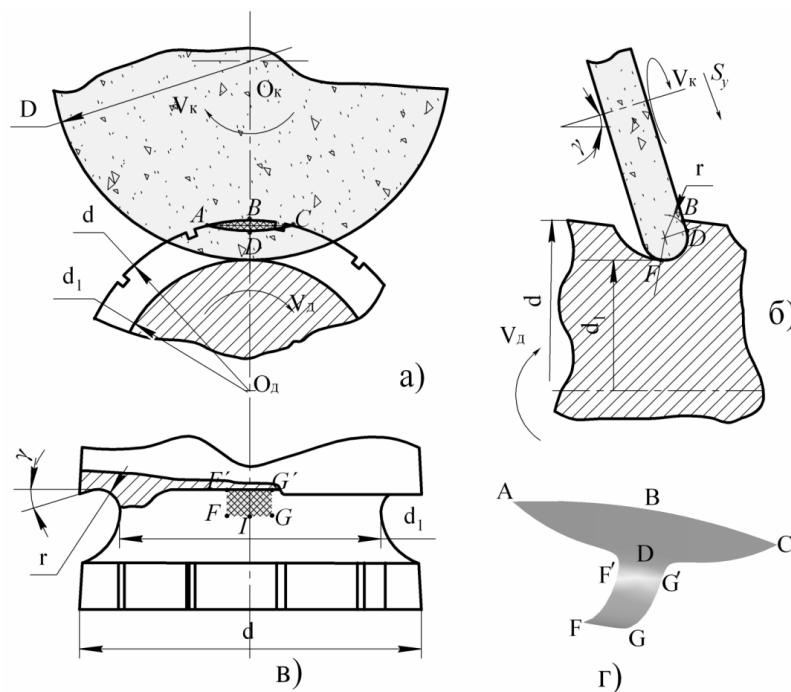


Рис. 1. Схема контактирования поверхности круга с заготовкой: а,б - боковой поверхности; в - периферийной поверхности; г - суммарная поверхность контакта

Площадь контакта боковой поверхности фасонного круга может быть определена как сумма площадей сегментов ABC и ADC (рис. 2). Площадь сегмента ADC рассчитаем как разность площадей сектора O_KADC и треугольника O_KAC . При этом необходимо учесть, что ось вращения шлифовального круга расположена под углом γ к оси вращения заготовки и, следовательно, сечение заготовки в плоскости, параллельной плоскости боковой поверхности круга, будет иметь форму эллипса. Обозначим высоту

зоны контакта (отрезок BD) как h . Тогда из треугольника BDD' (рис. 2) можно записать $h = BD' / \cos \gamma$

Величину отрезка BD' можно рассчитать как $BD' = B'O'_r = \frac{d}{2} - \frac{d_1}{2} - r - O_rO'_r$.

Из треугольника $O_rDO'_r$ $O_rO'_r = r \cdot \sin \gamma$.

Тогда

$$h = \frac{\left(\frac{d}{2} - \frac{d_1}{2} - r - r \cdot \sin \gamma \right)}{\cos \gamma} = \frac{\left(\frac{d - d_1}{2} - r(1 + \sin \gamma) \right)}{\cos \gamma} \quad (1)$$

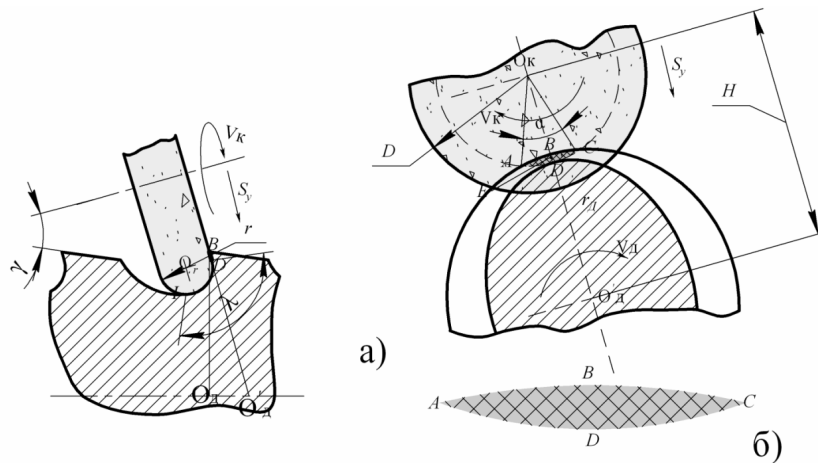


Рис. 2. Схема к расчету площади контакта

Для определения длины дуги контакта ADC , необходимо определить угол α .

Представим нашу схему в виде системы координат с центром расположенным в центре эллипса с координатами $(0;0)$. Окружность с центром в точке O_k на которой расположена дуга ADC , описывается уравнением $x^2 + y^2 = R^2$, где R – радиус окружности, $R = \frac{D - 2r}{2}$.

Центр круга O_k смещен по оси y относительно начало координат на величину H , равную расстоянию между центрами эллипса и шлифовального круга

$$H = \frac{D - 2r}{2} + \frac{d}{2 \cos \gamma} - h$$

Тогда уравнение окружности примет вид

$$x^2 + (H - y)^2 = \left(\frac{D - 2r}{2} \right)^2 \quad (2)$$

Эллипс с центром в точке O_d описывается уравнением (каноническое уравнение эллипса)

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1, \quad (3)$$