

УДК 621.787.4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛОВ УСТАНОВКИ УДЛИНЕННОГО РОЛИКА ПРИ ППД С САМОПОДАЧЕЙ**Никифоров Н.И., Лаврентьев А.М., Мороз В.Ю.***Камышинский технологический институт (филиал) Волгоградского государственного технического университета, Камышин, e-mail: nikiforovni@rambler.ru*

При обработке длинномерных нежестких валов и труб находит применение метод совмещенного резания и поверхностного пластического деформирования с самоподачей. Для повышения тяговых характеристик деформирующей части инструмента, когда ограничено количество и диаметр роликов, а также сила деформирования (особенно при обработке тонкостенных труб) возможно применение удлиненного в сторону подачи контакта роликов с заготовкой. В статье показано, что удлиненный контакт ролика и обрабатываемой поверхности заготовки обеспечивает возможность увеличения передаваемого крутящего момента заготовке при поверхностном пластическом деформировании за счет увеличения силы деформирования при постоянных создаваемых контактных напряжениях. На основании схемы удлиненного контакта деформирующего ролика с деталью получены зависимости для определения длины, ширины, площади контакта, заднего и переднего углов внедрения удлиненного ролика.

Ключевые слова: поверхностное пластическое деформирование, деформирующий ролик, углы установки ролика

DETERMINATION OF CORNER UNIT WITH LONG ROLLER FEED WITH SELF-SERVE**Nikiforov N.I., Lavrentiev A.M., Moroz V.Y.***The Kamyshev Technological Institute (branch) of the Volgograd State Technical University, Kamyshev, e-mail: nikiforovni@rambler.ru*

In the treatment of long non-rigid shafts and pipes is used the combined method of cutting and surface plastic deformation with self-serve. To improve the traction characteristics of the deforming part of the tool, when the amount is limited and the diameter of the rollers, and the deformation force (especially in the processing of thin-walled tubes) may use an elongated contact toward the feed rollers to the workpiece. The article shows that the elongated contact rollers and machined surface of the workpiece makes it possible to increase the transmission torque at the workpiece surface plastic deformation due to the increase of deformation at constant force created by contact stresses. On the basis of the scheme of the elongated contact with the workpiece deforming roller obtained according to the definition of length, width, area of contact, the rear and front angles of the introduction of an elongated roller.

Keywords: surface plastic deformation, deforming roller, the angles of the roller

При обработке длинномерных нежестких валов и труб находит применение высокопроизводительный и эффективный метод совмещенного резания и обработки ППД роликами [4]. Для обеспечения совмещения резания и обкатывания в одном инструменте применяется самозатягивание создаваемое обкатником. Обкатник за счет фрикционного взаимодействия вращает и продольно перемещает обрабатываемую деталь. Для повышения тяговых характеристик обкатника, когда ограничено количество и диаметр роликов, а также сила деформирования (особенно при обработке тонкостенных труб) возможно применение удлиненного в сторону подачи контакта роликов с заготовкой. При таком контакте площадь контактной зоны увеличена и поэтому при одних и тех же создаваемых контактных напряжениях возможно увеличение силы деформирования и соответственно передаваемого крутящего момента роликами.

Высокая производительность инструмента, надежность его в эксплуатации, долговечность и стоимость его изготовления

тесно связаны с формой деформирующих роликов. Почти все используемые в производстве конфигурации роликов обеспечивают каплеобразное пятно контакта. Например, в [1] приводится описание 8 групп роликов.

Наиболее широкое распространение получили конические ролики, ввиду возможности изготовления из стандартных подшипниковых роликов при сравнительно небольшой доработке (шлифовка торцов и закругление головки). Простота изготовления обеспечила роликам наибольшее распространение, хотя им свойственны и существенные недостатки.

Применение удлиненных роликов в конструкциях ротационного инструмента [3] позволяет одновременно с исправлением формы обеспечивать также и обработку ППД. Особенности применения, установки роликов с удлиненным контактом для обработки только ППД практически не описаны.

Важнейшей характеристикой инструмента для ППД является задний угол ролика α , т. е. угол между образующей сглаживаю-

Координаты этой точки ($L_k/2$; R_d-h_m). Уравнение касательной к эллипсу в этой точке согласно известным из математики формулам:

$$\frac{(R_d - h_m)y}{R_d^2} + \frac{\frac{L_k}{2} \cdot l_k \cdot \sin^2 \omega}{R_d^2} = 1$$

$$\text{откуда: } y = \frac{R_d^2 - \frac{L_k}{2} l_k \sin^2 \omega}{R_d - h_m} \quad (1)$$

Угол наклона этой прямой может быть определен следующим образом. Тангенс этого угла равен производной этой функции от аргумента. Произведя преобразование (взяв производную) получим:

$$\frac{dy}{dl_k} = \operatorname{tg} \alpha = \frac{-L_k \sin^2 \omega}{2(R_d - h_m)}$$

$$\text{откуда: } \alpha = \operatorname{arctg} \frac{-L_k \sin^2 \omega}{2(R_d - h_m)} \quad (2)$$

где L_k - длина контакта; h_m - наибольшая глубина внедрения ролика; R_d - радиус детали; ω - угол самоподачи (самозатягивания).

Для определения длины контакта (L_k) запишем уравнения эллипса описывающего поверхность заготовки в сечении (А-А) параллельном оси деформирующего ролика (3) и уравнение линии ролика контактирующей на наибольшей глубине внедрения с заготовкой (4).

$$\frac{y^2}{R_d^2} + \frac{l_k^2}{\left(\frac{R_d}{\sin \omega}\right)^2} = 1,$$

$$\text{откуда: } y^2 + l_k^2 \cdot \sin^2 \omega - R_d^2 = 0 \quad (3)$$

$$y = R_d - h_m \quad (4)$$

Решая совместно эти уравнения получим координаты точек пересечения эллипса с прямой, а по ним определим длину контакта (Рис.2):

$$L_k = \frac{2\sqrt{2 \cdot R_d \cdot h_m - h_m^2}}{\sin \omega} \quad (5)$$

Численное решение для заднего угла внедрения по уравнению 2 представлено на Рис.3.

Согласно [1,2] при таких малых значениях не обеспечивается качества обработанной поверхности.

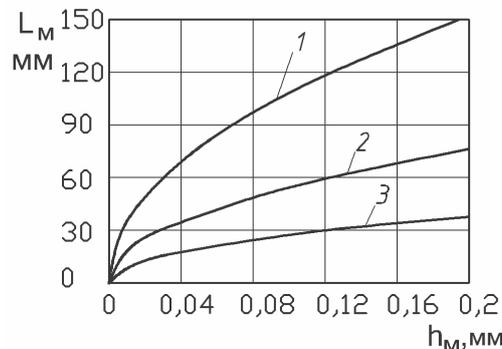


Рис.2. Зависимость длины контакта от наибольшей глубины внедрения деформирующего ролика при $R_d = 10$ мм, 1 - при $\omega = 1,5^\circ$, 2 - при $\omega = 3^\circ$, 3 - при $\omega = 6^\circ$

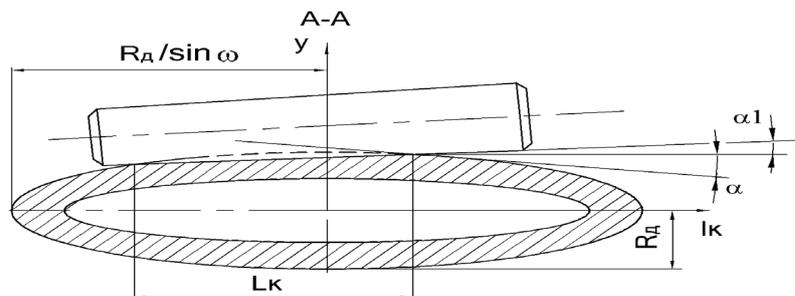


Рис.3. Установка ролика с доворотом для обеспечения заднего угла внедрения

Угол внедрения в направлении главного движения определяется из сечения Б-Б Рис.1.

$$\gamma = \arcsin \frac{z_m}{r_{pc}} + \operatorname{arctg} \frac{z_m}{R_\partial - 0,5h_m} \quad (9)$$

где z_m – полуширина контакта.

Полуширина контакта определяется путем совместного решения системы двух уравнений описывающих ролик и заготовку в сечении Б-Б (Рис.1). В первом приближении из-за небольшого угла наклона ролика (половина угла его конусности) сечение ролика можно принять за окружность:

$$(y - (R_\partial + r_{pc} - h_m))^2 + zk^2 = R_\partial^2 \quad (6)$$

Уравнение заготовки в этом сечении:

$$\frac{y^2}{R_\partial^2} + \frac{zk^2}{\left(\frac{R_\partial}{\cos \omega}\right)^2} = 1,$$

откуда:

$$y^2 + zk^2 \cdot \cos^2 \omega = R_\partial^2 \quad (7)$$

Совместное решение уравнений 6 и 7 дает выражение для полуширины контакта.

Так как вид контурной линии контакта представляет собой кривую эллипсоидной формы, то для площадь контакта может быть определена по формуле:

$$F_k = \frac{\pi}{2} L_k z_m \quad (8)$$

где L_k и z_m – длина и полуширина контакта, определяемые по формулам 5, 6 и 7.

Список литературы

1. Коновалов Е.Г., Сидоренко В.А. Чистовая и упрочняющая ротационная обработка поверхностей. – Минск: Высшейш. школа, 1968. - 364с.
2. Шнейдер Ю.Г. Инструмент для чистовой обработки металлов давлением: «Машиностроение», 1970г. 248 стр.
3. Обеспечение точности формы при обработке ротационным обжатием длинных толстостенных труб / Я.Н.Отений, Н.И.Никифоров, В.И.Алабин, А.М.Лаврентьев // Упрочняющие технологии и покрытия. - 2012.-№ 7. - С. 12-16.
4. Смольников Н.Я., Отений Я.Н., Никифоров Н.И., Журавлев А.И. Способ комбинированной режуще-деформирующей обработки и устройство для его осуществления. Патент №2247016. Оpubл. 27.02.2005. Бюл. № 6.