

**VII ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА  
КОНФЕРЕНЦІЯ СТУДЕНТІВ ТА АСПІРАНТІВ**

**ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ  
МАШИН І ОБЛАДНАННЯ**



**ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ**

Список литературы

1. Папшев Д.Д. Упрочнение деталей обкаткой шариками / Д.Д. Папшев. - М.: Машиностроение, 1968. – 132 с.
2. Папшев Д.Д. Отделочно-упрочняющая обработка поверхностным пластическим деформированием / Д.Д. Папшев. – М.: Машиностроение, 1978. – 152 с.
3. Муханов И.И. Ультразвуковое упрочнение сталей и чугуна / И.И. Муханов, Ю.М. Голубев // Машиностроитель. - 1966. - № 9. - С. 13 – 16.

**УПРОЧНЕНИЕ ШКИВОВ КЛИНОРЕМЕННЫХ ПЕРЕДАЧ С ПОМОЩЬЮ ОБКАТЫВАНИЯ ИХ РОЛИКАМИ**

**В.Н. Велинец, ст. гр. М4/2,  
Б.И. Бутаков, проф., д-р техн. наук, Д.Д. Марченко, ас.  
Николаевский национальный аграрный университет**

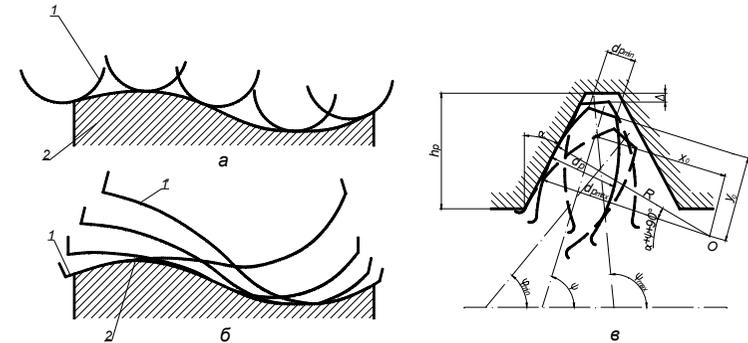
Наиболее ответственными узлами механизмов являются клиноременные передачи. В настоящее время проблема повышения долговечности клиноременных передач оборудования, работающего в условиях большой запыленности остается весьма острой. В значительной степени эту проблему можно решить за счет повышения качества рабочих поверхностей клиноременных шкивов.

Большая глубина впадины профиля шкива при незначительной ширине впадины создает трудности при чистовом нарезании ее по всей глубине профиля. Низкая виброустойчивость системы станок–резец–деталь не позволяет получить требуемую шероховатость поверхности, соответствующую  $R_a = 0,16...1,25$  мкм (ГОСТ 2789 – 73). Чаше всего достигается шероховатость  $R_z = 10...40$  мкм. Для получения требуемой шероховатости конусной поверхности шкивы подвергаются поверхностному пластическому деформированию с помощью обкатывания роликами.

С целью обеспечения интенсивной деформации металла поверхностного слоя при сравнительно небольших усилиях обкатывания (5 – 6 кН), допустимых на средних металлорежущих станках, применен способ обкатывания огибанием коническим консольным роликом.

Кинематика известного способа обкатывания детали роликом заключается во вращении ролика вокруг своей оси и в поступательной подаче его вдоль профиля обкатываемой поверхности из положения 1 в положение 1' (рис. 1, а). При переменной кривизне профиля детали по мере подачи ролика изменяется приведенная кривизна в точке контакта:  $1/R_p = 1/R_d + 1/r_p$ , а это приводит к снижению качества обкатанной поверхности, так как нарушается условие оптимизации усилия обкатывания. Радиус кривизны ролика  $r_p$  при известном способе обкатывания должен быть заведомо меньше наименьшего радиуса вогнутого участка профиля детали, что ограничивает допустимую подачу и снижает тем самым производительность процесса. Способ обкатывания огибанием заключается в том, что точка контакта ролика (рис. 1, б) с деталью по мере его перехода в положение 1' перемещается по детали в процессе взаимного огибания их профилей. Обкатывание, таким

образом, происходит как в плоскости качения – поперечного сечения ролика, – так и в плоскости подачи его осевого сечения. Профиль ролика при обкатывании огибанием [1] может иметь в общем случае переменную кривизну, согласованную с кривизной детали так, что в каждой точке обеспечиваются оптимальные условия их контакта. В частности, при этом способе может обеспечиваться одинаковая приведенная кривизна профилей ( $R_{пр} = const$ ), что позволяет использовать постоянное рабочее усилие, достаточно большие подачи и гарантирует при этом качество поверхности и высокую производительность процесса. Кроме того, обкатывание огибанием позволяет более равномерно загрузить рабочую поверхность роликов за счет постепенного смещения точки их контакта с деталью вдоль профиля осевого сечения, причем смещение обеспечивается и при обкатывании деталей с прямолинейной образующей, например профиль впадины шкива клиноременной передачи.



1 – ролик; 2 – деталь

Рисунок 1 – Схемы обкатывания деталей роликами с подачами продольной (а) и огибанием (б), а также схема расчета приведенного диаметра ролика и угла огибания (в)

Значение этого факта особенно велико для увеличения стойкости роликов малого диаметра. Схема обкатывания огибанием конической поверхности концевым роликом показана на рис. 1, в. Ролик подается поворотом его оси в плоскости осевого сечения детали. Форму ролика – радиус кривизны профиля, положение оси и торца ролика ( $x_o, y_o$ ) относительно центра кривизны O – определяют исходя из режима обкатывания, прочности и размещения ролика во впадине обкатываемой резьбы. Угол огибания, необходимый для деформации кольцевого витка по всей высоте его образующей в случае огибания без проскальзывания [1], составляет

$$\varphi = \frac{h_p - \Delta - 2[r_p \sin(\alpha + \psi_{max}) - x_o] \cos \psi_{max}}{r_p \cos \alpha}$$

где  $\Delta$  – гарантированный зазор между роликом и деталью;  $\psi_{max}$  – конечный угол контакта ролика с деталью:

$$\psi_{max} = \pi - [\alpha + \arccos(y_o / r_p)]. \tag{1}$$

В процессе огибания изменяется диаметр ролика, контактирующий с витком. Его величина определяется в связи с координатным углом  $\psi$ :

$$d_p = 2[r_p \sin(\alpha + \psi) - x_o] \tag{2}$$

и достигает максимума при  $\psi = 90^\circ - \alpha$ ;  $d_{pmax} = 2(r_p - x_o)$ . Радиус кривизны ролика в сечении, проведенном нормально к образующей витка, учитывают при определении усилия обкатывания, полагая расчетный диаметр ролика

$$d_p = 2[r_p - x_o / \sin(\psi + \alpha)]. \quad (3)$$

Устройство для обкатывания рабочих поверхностей клиноременных шкивов приведено на рис. 2 [2].

Консольный ролик 1 установлен в подшипник рычага 2, поворачивающегося на оси 3 относительно корпуса 4. Нижний конец рычага 2 с помощью зубчатого зацепления соединен с сектором 5, к которому с помощью шлицевого валика присоединен кулачок 6, крайнее положение последнего определяется упорными винтами 7. С одним из концов сектор 5 шарнирно связан с поршнем 8, установленным в расточке цилиндра 9. Усилие на поршне 8 создается пружиной 10 и регулируется гайкой 11. В теле поршня 8 имеются клапан 12 и калибровочное отверстие 13, площадь сечения которого регулируется запорным штоком 14. Устройство устанавливают в резцедержатель токарного станка.

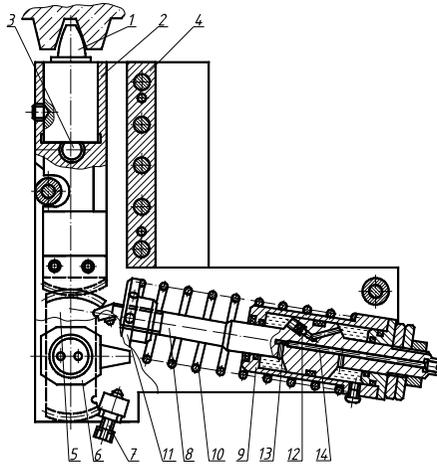


Рисунок 2 – Устройство для обкатывания роликами клиноременных шкивов

Устройство работает следующим образом.

Ролик 1 подводится к обкатываемой поверхности детали и поджимается к ней под действием пружины 10 через поршень 8, сектор 5 и рычаг 2. При вращении детали корпусу 4 устройства вместе с суппортом станка задается движение подачи вдоль оси детали справа налево при обкатывании правой стороны ручья, и слева направо – при обкатывании левой стороны. За счет поворота рычага 2 образующая ролика 1 гнётся профиль обкатываемой детали, осуществляется подача обкатывания. При повороте рычага 2, сектор 5, который находится в зацеплении с рычагом 2, вращается и, постепенно сжимая пружину 10, перемещает поршень 8 относительно цилиндра 9. Жидкость, залитая в цилиндр 9, переливается через клапан 12 справа налево и позволяет рычагу 2 свободно отклоняться в процессе обкатывания, а при отводе ролика 1 от детали предотвращает быстрое возвращение рычага 2 в исходное положение. Рычаг 2 медленно поворачивается по мере перетекания жидкости из левой полости в правую через калибровочное отверстие 13.

Для обкатывания левой стороны профиля ручья поршень 8 перебрасывается в нижнюю выемку сектора 4.

Таким образом, предлагаемая технология и устройство, уменьшит шероховатость, повысит точность и осуществит интенсивную пластическую деформацию металла поверхностного слоя боковых стенок ручьев на шкивах, что повысит их износостойкость и долговечность ремней клиноременных передач.

### Список литературы

1. Бабей Ю.И. Поверхностное упрочнение металлов / Ю.И. Бабей, Б.И. Бутаков, В.Г. Сысоев. – Киев: Наук. думка, 1995. – 256 с.
2. Патент України на корисну модель UA 65181, МПК В24В 39/04 (2006.01) Пристрій для обкатування роликами бокових поверхонь шківів клиноременних передач / Б.І. Бутаков, Д.Д. Марченко, В.В. Мамарін – Опубліковано 25.11.2011, Бюл. №22.

## ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ОБРАБОТКИ СТАЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ ОБКАТЫВАНИЕМ ИХ РОЛИКАМИ

А.С. Левченко, ст. гр. М4/3,  
Б.И. Бутаков, проф., д-р техн. наук  
Николаевский национальный аграрный университет

Рассматривая шероховатость поверхности как отклонение от номинальной формы детали, можно говорить об обкатывании роликами, как чрезвычайно эффективном способе уточнения микропрофиля деталей машин. В значительно меньшей мере это относится к волнистости, возможность уменьшения которой зависит от соотношения шага волны и размеров зоны деформации. Волна с малым шагом устраняется достаточно эффективно. Соотношением зоны деформации с габаритными размерами обрабатываемой детали определяется возможность уточнения ее размеров и формы в микрообъеме.

В индивидуальном и мелкосерийном производствах целесообразно, как правило, совмещать переходы обкатывания и чистовой обработки резанием в одной финишной операции. При этом резанием обеспечивают необходимую точность обрабатываемой поверхности, а обкатыванием – требуемую шероховатость и необходимую степень упрочнения поверхностного слоя.

В отдельных случаях целесообразно обкатывать шлифованные поверхности. При этом обкатывание выносят в отдельную операцию. Величины припусков под обкатывание жестких деталей указаны в табл. 1 [1]. Эти величины зависят, главным образом, от шероховатости обкатываемой поверхности и частично от способа ее подготовки. Если допуск обкатываемой поверхности по величине сравним с ожидаемым изменением диаметра или меньше его, деталь должна быть подготовлена под обкатывание с заданным допуском, но с измененным на величину уменьшения номинального размера в процессе обкатывания в плюс для валов и в минус для отверстий. Практически это означает, что диаметры до 250 мм 8-го качества ISO и все диаметры 7-го качества ISO необходимо корректировать. Детали 8-го качества ISO с диаметром более 250 мм, а также менее точные детали всех размеров обкатывают после изготовления их по окончательным чертежным размерам.