

УДК 621.787.4

## ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В РАСКАТНИКАХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ДЕФОРМИРУЮЩИХ РОЛИКОВ

Отений Я.Н., Вирт А.Э., Лаврентьев А.М.

Камышинский технологический институт (филиал) ВолгГТУ, Камышин, e-mail: virt09@rambler.ru

В раскатниках, предназначенных для обработки ППД, деформирующие ролики устанавливают либо на один опорный конус в сепараторе, либо на два катка. Это приводит к тому, что при обеспечении необходимой силы деформирования, чтобы достичь в поверхностном слое необходимые показатели качества поверхности в контакте между деформирующим роликом и опорными катками или опорным конусом, возникают значительные контактные напряжения. Данные напряжения превышают допустимые значения, что приводит к износу и роликов и опорного катка. Еще большие контактные напряжения возникают при установке деформирующих роликов на угол самозатягивания, так как при этом неизбежно площадь контакта становится еще меньше. Инструмент для обработки раскатыванием требует дальнейшего совершенствования конструкции опорных элементов деформирующих роликов или использования роликов другой формы. Например замена конических роликов цилиндрическими. Что позволит повысить износостойкость инструмента.

**Ключевые слова:** ППД, поверхностное пластическое деформирование, комбинированная обработка, ППД роликами

## FEATURES AND OUTLOOK FOR A ROLLER TOOL CYLINDRICAL DEFORMING ROLLERS

Oteny Y.N., Virt A.E., Lavrentiev A.M.

The Kamyshin Technological Institute (branch) of the Volgograd State Technical University Kamyshin, e-mail: virt09@rambler.ru

The deforming tool designed to handle SPD, deforming rollers mounted either on a support cone of the separator or the two rollers. This leads to the fact that, with the necessary deforming force to the surface layer achieve the required surface quality indicators for deforming the contact between the roller and the support rollers or support cone having significant contact stress. These voltage exceeds the limit, resulting in wear and rollers and the supporting roller. Another great contact stresses arise during the installation of the deforming rollers on a corner self-serve, as this inevitably contact area becomes smaller. Tool for processing by rolling requires further improving the design of the support elements of the deforming rollers or use another form of rollers. For example the replacement of tapered roller bearings cylindrical. What will increase the tool life.

**Key words:** SPD, surface plastic deformation, self-feeding, combined machine processing, SPD by rollers

В конкретных производственных условиях обработки деталей поверхностным пластическим деформированием сложилась ситуация, когда практически во всех применяемых инструментах для раскатывания, в качестве геометрических форм рабочей поверхности деформирующих элементов, применяются: шар, тор или прямой круговой конус [1, 2,]. Для каждого из указанных деформирующих элементов, радиус окружности в их поперечном сечении, по длине их образующей, является переменным.

Так, например, при качении конического ролика по поверхности детали, происходит его вращение с постоянной угловой скоростью  $\omega_p$ . Линейная скорость всех периферийных точек поверхности деформирующего ролика, как известно, из теоретической механики, определяется из выражения

$$V_p = \omega_p \cdot r_p \quad (1)$$

Это означает, что при качении, например, конического ролика по опорному конусу в сепараторном раскатывающем инструменте, при наличии одного несскользящего сечения, расположенного на некотором рас-

стоянии от переднего торца, в других сечениях конического ролика будет наблюдаться эффект проскальзывания, скорость которого можно определить по формуле

$$V_p = \omega_p \cdot \Delta r_p \quad (1)$$

где  $\Delta r_p$  – приращение радиуса ролика по отношению к радиусу несскользящего сечения.

При значительных силах деформирования, а, следовательно, значительных контактных напряжениях между опорными поверхностями ролика и опорного конуса, проскальзывание вызывает повышенный износ одновременно, как деформирующего ролика, так и опорного конуса. Следовательно, одним из наиболее эффективных способов избежать проскальзывания является применение цилиндрического деформирующего ролика, опирающегося на цилиндрические опорные катки.

Как известно, применение конических роликов и опорных конусов в сепараторном раскатывающем инструменте связано с необходимостью настройки роликов на заданный диаметральный размер при помощи их

перемещения вдоль опорного конуса и установки роликов на угол внедрения, который обычно составляет величину от  $20' \dots 30'$ , что необходимо для получения каплевидного контакта [3]. Применение цилиндрических роликов в дифференциальных инструментах весьма затруднено, так как приводит к необходимости применения длинных опорных конусов и других конструктивных решений требующих усложненных конструктивных решений. Вышесказанное предопределяет, что на практике цилиндрические ролики в дифференциальных раскатывающих инструментах не нашли должного применения.

Кроме того, использование опорных катков и деформирующих роликов, имеющих цилиндрическую форму наружной образующей поверхности и установленных под углом самозатягивания  $\alpha$ , обеспечивает равномерную самоподачу инструмента и гарантирует при их вращении равнозначную скорость во всех точках контакта по длине. Это значительно уменьшает эффект проскальзывания, существенно уменьшает износ опорных элементов раскатывающего устройства и снижает динамику ППД.

Следовательно, возможность применения опорных катков и деформирующих роликов, имеющих цилиндрическую форму наружной образующей поверхности, ведет к повышению стабильности процесса ППД, что существенно расширяет технологические возможности раскатников.

Таким образом, как видно из вышесказанного, большая теоретическая и экспериментальная научная работа, по исследованию раскатников, выявила и определила ряд последующих научных изысканий, которые могут быть положены в основу самостоятельных научных работ.

Из расчётов следует, что при номинальном значении силы деформирования кон-

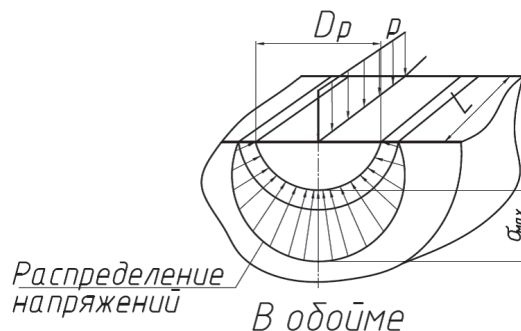


Рис. 1. Установка деформирующего цилиндрического ролика в обойму

тактные напряжения даже при установке цилиндрических роликов на два опорных катка контактные напряжения превышают допустимое значение. Дальнейшее совершенствование методов установки деформирующих роликов приводит к идее устанавливать деформирующие ролики в обоймы (рис. 1).

В этом случае напряжения от сил деформирования будут распределяться по всей нижней поверхности деформирующего ролика. Проверим, насколько будет эффективным такое решение.

Контактные напряжения между роликом и опорным конусом при опоре на обойму могут быть определены на основе применения фундаментального решения теории упругости. Это решение основано на положении что приложенная сила к поверхности полубесконечного тела вызывает на вырезанном в поверхности цилиндра напряжение, определяемое по формуле

$$\sigma = \frac{2P_{ср}}{\pi \cdot r_p} \quad (3)$$

На рисунке 2 показаны зависимости изменения контактных напряжений между катками и цилиндрическим деформирую-

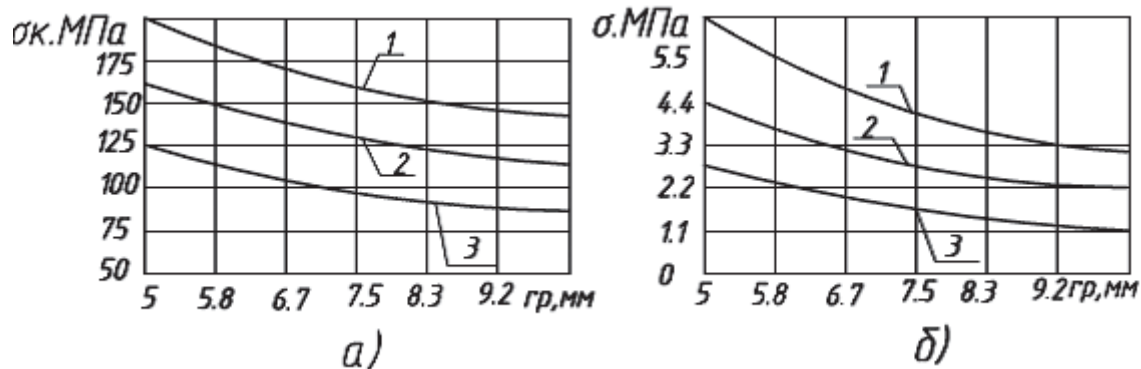


Рис. 2. Изменения максимальных контактных напряжений от радиуса деформирующего ролика 1 –  $P_p = 5 \text{ кН}$ ; кривая 2 –  $P_p = 3,5 \text{ кН}$ ; кривая 3 –  $P_p = 2 \text{ кН}$ ; а) – контакт ролика с опорным катком, б) установка ролика в обойме

щим роликом рассчитанных по формуле 1. (рис. 2.а) и контактных напряжений, рассчитанных по формуле от радиусов обрабатываемых отверстий, а также сравнения контактных напряжений между роликом и обоймой (рис. 2.б) в зависимости от радиуса обрабатываемого ролика.

На рис. 3 показано процентное отношение контактных напряжений.

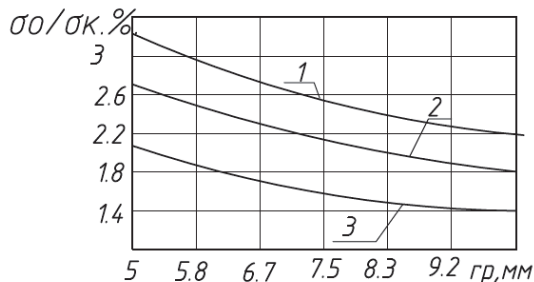


Рис. 3. Отношение максимальных контактных напряжений от радиуса деформирующего ролика при установке ролика в обойме и контакте ролика с опорным конусом  $1 - P_p = 5 \text{ кН}$ ; кривая 2 -  $P_p = 3,5 \text{ кН}$ ; кривая 3 -  $P_p = 2 \text{ кН}$

Из анализа приведенных графических зависимостей можно сделать следующие, важные для определения рациональных конструктивных параметров раскатников выводы:

1. Надежность деформирующего инструмента для обработки цилиндрических поверхностей раскатыванием и обкатыванием главным образом зависит от контактных напряжений между деформирующими и опорными элементами.

2. Для предотвращения проскальзывания в контакте между опорными элементами и деформирующими роликами необходимо применять цилиндрические ролики.

3. При установке роликов в обойму контактные напряжения между ихними поверхностями по сравнению с опорой роликов на опорный конус или каток во много раз меньше, что приведет в процессе использования инструмента к резкому повышению его надежности.

4. При установке деформирующих роликов в обоймы контактные напряжения составляют не более 3% от контактных напряжений возникающих при контакте двух цилиндрических катков, что пропорционально увеличит и надежность раскатника.

На основании проведенного анализа необходимо разработать новую конструкцию раскатника для обработки отверстий поверхностным пластическим деформированием.

#### Список литературы

1. Алексеев П. Г. Влияние упрочнения наклепом на износостойкость и надежность деталей машин. Автореф. дисс. ... докт. техн. наук. – Брянск, 1970. – 43 с.
2. Барац Я. И. Поверхностное упрочнение деталей машин обкаткой роликами. – Харьков: Гос. научно-техн. изд. черной и цветной металлургии, 1959. – 53 с.
3. Ефремова Е. А., Журавлев А. З. Глубина упрочненного слоя при поверхностной пластической деформации (обзор) // Прогрессивная отделочно-упрочняющая деформация. Ростов-н/Д, 1980. – С. 48–56.
4. Смольников Н. Я., Отений Я. Н., Ольштынский Н. В., Ольштынский С. Н. / Анализ геометрических соотношений площади контакта между роликом и деталью при поверхностном пластическом деформировании / Прогрессивные технологии в машиностроении: Межвуз. сб. науч. тр. / Под ред. Оробинского В. М.; ВолгГТУ. – Волгоград, 2001. – Вып. 4. – С. 125–128.