

УДК 621.9.02

## ВЛИЯНИЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ РОЛИКОВ В ПАЗАХ СЕПАРАТОРА РОТАЦИОННЫХ ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ ППД НА ИЗНОС

Отений Я.Н., Виноградов В.В., Щеголев Н.Г.

*Камышинский технологический институт(филиал)  
Государственного образовательного учреждения  
высшего профессионального образования  
«Волгоградский государственный технический университет»*

Данная работа посвящена анализу влияния расположения роликов в пазах сепаратора инструментов для поверхностно-пластического деформирования на износ сепаратора. В статье рассматриваются различия в условиях работы жесткого раскатника и инструмента постоянного усилия. Показано, что в инструменте постоянного усилия возникающие силы трения между роликом и стенкой сепаратора направлены в ту же сторону, что и усилие деформирования. При этом стабилизируется положение роликов и снижается износ сепаратора.

**Ключевые слова:** поверхностно-пластическое деформирование, инструмент, износ.

Исследование особенностей работы деформирующего инструмента показывает, что в условиях серийного, крупносерийного и массового производства наиболее производительными, долговечными и надежными в эксплуатации инструментами являются раскатники и обкатники сепараторного типа.

В зависимости от вида нагружения деформирующих роликов сепараторные инструменты можно разделить на две группы – жесткие и упругого действия. Жесткие инструменты сепараторного типа получили в настоящее время наибольшее распространение, что объясняется простотой их конструкции.

Однако этому виду инструмента присущи существенные недостатки, заключающиеся в том, что усилие деформирования, которое

воспринимается деформирующими роликами, создается натягом, равным разности между диаметром описываемой роликами окружности и диаметром обрабатываемой детали.

Поскольку величина натяга соизмерима с величиной допуска на предшествующую обработку, то это вызывает значительное колебание радиального усилия, возникающего при обкатывании, и в конечном итоге приводит к значительным неоднородностям величин наклепа, остаточных напряжений, а в некоторых случаях к возникновению перенаклепа. Изменение усилия деформирования приводит так же и к более интенсивному износу роликов и опорного конуса, являющихся наиболее нагруженными деталями инстру-

мента, а в результате и к более частому выходу из строя самого инструмента.

Кроме того, анализ работы жестких раскатников и обкатников по сравнению с инструментами постоянного усилия выявил и другие недостатки первых. На основании испытаний в производственных условиях, изложенных в литературных источниках [1], можно сделать вывод о влиянии конструктивно-технологических параметров при обработке обкатниками различных конструкций на стабильность подачи в режиме самозатягивания. Сравнительные графики изменения самоподачи для жесткого типа инструмента и для обкатника постоянного усилия представлены на Рис. 1. Из этих графиков видно, что самоподача в инструменте жесткого типа по мере увеличения суммарного количества обработанных деталей уменьшается значительно быстрее, чем

самоподача обкатника постоянного усилия. Это различие может быть объяснено разной величиной износа гнезд сепаратора в том и ином случае. Так как по мере износа гнезд сепаратора деформирующие ролики имеют возможность самоустановки в пределах образовавшегося зазора между роликами и боковыми поверхностями гнезд сепаратора, то это приводит к изменению первоначального положения роликов по отношению к оси детали, а в результате и к изменению самоподачи. Для сравнения на рис. 1. б. показан график изменения износа гнезд сепаратора для жесткого и упругого обкатников, из которого видно, что износ гнезд в жестком обкатнике значительно больше износа гнезд в обкатнике постоянного усилия, а сам график качественно повторяет зависимости для самоподачи.

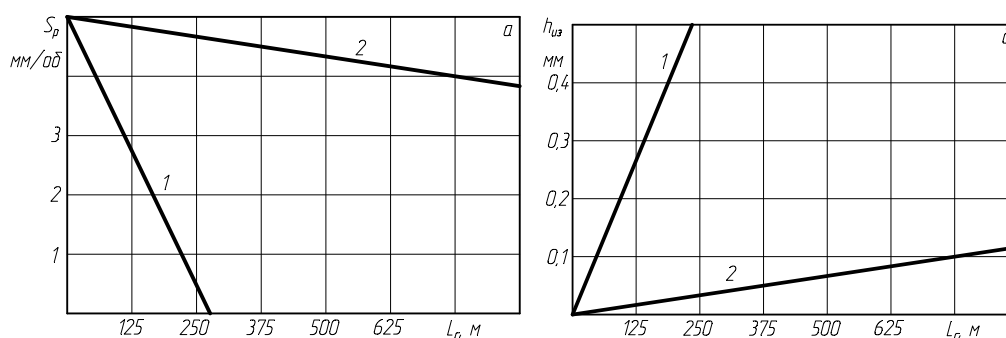


Рис.1 – зависимости изменения подачи (а) и износа гнезд сепаратора (б) от суммарной длины обработки. 1 – жесткий инструмент, 2 – инструмент постоянного усилия

Для объяснения причин, приводящих к износу боковых стенок гнезд сепаратора рассмотрим условия, при которых ра-

ботают деформирующие ролики в обоих видах инструмента. В том и другом случаях деформирующие ролики распо-

жены своим меньшим основанием в направлении к большему основанию опорного конуса (рис. 2). Различие в схемах деформирования состоит в том, что деформирующие ролики в процессе обработки жестким обкатником нагружаются со стороны большего основания, а в инструменте постоянного усилия – со стороны меньшего основания. Это различие обуславливает характер качения роликов по опорному конусу, заключающееся в том, что существует сечение ролика (на рисунке 2 обозначено точкой *N*), дуга окружности которого катится по поверхности опорного конуса без скольжения, а в остальной части существует проскальзывание, вызываемое изменением соотношения между диаметрами роликов и опорного конуса.

ношения между диаметрами роликов и опорного конуса.

Рассмотрим взаимодействие роликов с опорным конусом более подробно. В обкатнике постоянного усилия диаметр роликов в направлении длины ролика увеличивается, что вызывает опережающее перемещение задней части роликов по отношению к передней части в сторону направления качения. Возникающее при этом усилие трения направлено в ту же сторону, что и усилие деформирования. Одинаковое направление этих сил стабилизируют положение роликов в пазах сепаратора, за счет чего уменьшается износ боковых поверхностей гнезд сепаратора. Сказанное можно подтвердить конкретными расчетами.

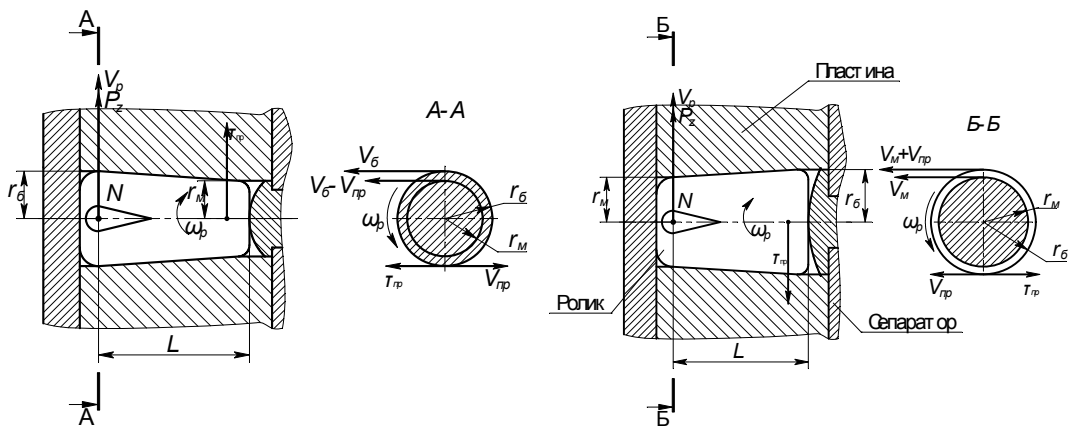


Рис. 2 – Схема к объяснению износа гнезд сепаратора; а) жесткий инструмент; б) инструмент постоянного усилия

Определим сечение, в котором отсутствует проскальзывание между роликом и опорным конусом. Это сечение можно определить при условии, если известны угловые скорости ролика и сепаратора, в котором расположены деформирующие ролики. Между угловыми скоростями ролика и сепаратора существует соотношение:

вые скорости ролика и сепаратора, в котором расположены деформирующие ролики. Между угловыми скоростями ролика и сепаратора существует соотношение:

$$\frac{\omega_c}{\omega_p} = \frac{r_{po}}{r_{ko}} \quad (1)$$

где  $\omega_c$ ,  $\omega_p$  – угловые скорости сепаратора и ролика,  $c^{-1}$ ;  $r_{po}, r_{ko}$  – радиусы сечения ролика и опорного конуса, в котором отсутствует проскальзывание, мм.

$$i_{cp} = \frac{\omega_c}{\omega_p} = \frac{r}{r_k} = \frac{r_{pn} \pm l_p \cdot \operatorname{tg} \mathcal{G}_p}{r_{kn} \pm l_p \cdot \operatorname{tg} \mathcal{G}_k} \quad (2)$$

где  $r_k$  – функция изменения радиуса опорного конуса по длине контактной зоны, мм;  $r_{pn}, r_{kn}$  – начальные радиусы ролика и опорного конуса, мм;  $l_p$  – текущая координата длины ролика, мм.

Верхний знак для роликов с обратной конусностью (инструмент постоянного

Подставим в правую часть равенства (1) функции изменения радиусов конического ролика и опорного конуса по длине ролика:

усилия) – нижний знак для роликов с прямой конусностью (инструмент жесткого типа). Произведя алгебраические преобразования равенства (2) получим значение координаты длины ролика  $l_{po}$ , которому соответствует сечение, в котором отсутствует проскальзывание:

$$l_{po} = \frac{i_{cp} \cdot r_{kn} - r_{pn}}{\pm (\operatorname{tg} \mathcal{G}_p + i_{cp} \operatorname{tg} \mathcal{G}_k)} \quad (3)$$

В общем случае в пределах контакта между роликом и деталью на ролике существует сечение, характеризующееся точкой  $N$ , расположенной на расстоянии  $l_{po}$  от нача-

ла контакта, в котором отсутствует проскальзывание.

Путь, проходимый точкой дуги сечения ролика в единицу времени равен:

$$S_{pn} = \omega_p [r_{po} \pm (l - l_{po}) \operatorname{tg} \mathcal{G}_p] \quad (4)$$

Определим угол, соответствующий длине дуги опорного конуса, которая равна пути, вычисленному из равенства (3) при  $l = l_{po}$ .

$$\varphi_k = \frac{\omega_p \cdot r_{po}}{r_{ko}} = \frac{\omega_p (r_{pn} \pm l_{po} \cdot \operatorname{tg} \mathcal{G}_p)}{r_{kn} \mp l_{po} \cdot \operatorname{tg} \mathcal{G}_k}$$

Во всех остальных сечениях длина дуги опорного конуса, соответствующая углу  $\varphi_k$  определится из выражения:

$$S_{kn} = \varphi_k \cdot [r_{ko} \mp (l - l_{po}) \cdot \operatorname{tg} \mathcal{G}_k] \quad (5)$$

Очевидно, величина смещения между поверхностями ролика и опорным конусом в единицу времени равна разности:

$$S_{kp} = S_{pn} - S_{kn} \quad (6)$$

Вычислим эту разность для обратного и прямого конусов:

$$S_{kpo} = (\omega_{po} \cdot tg \vartheta_p + \varphi_{ko} \cdot tg \vartheta_{ko})(l - l_{po}) \quad (7)$$

$$S_{kpn} = -(\omega_{pn} \cdot tg \vartheta_p + \varphi_{kn} \cdot tg \vartheta_{kn})(l - l_{po})$$

Откуда видно, что смещение поверхности ролика относительно поверхности детали, вызванное проскальзыванием для прямого и обратного расположения ролика относительно опорного конуса направлены в разные стороны, причем для обратного расположения ролика смещение положительное, направлено в сторону вращения ролика, способствует его вращению и

уменьшает износ боковых пазов гнезда сепаратора, а при прямом расположении – противоположно вращению ролика и препятствует его вращению.

#### Список литературы

1. Отений Я.Н. Технологическое обеспечение качества поверхности и производительности обработки ППД роликами. Дис. к.т.н. – Караганда, 1988. – 202 с

## EFFECT OF ROLLERS POSITION IN GROOVING OF ROTATING INSTRUMENT CAGE FOR SURFACE PLASTIC DEFORMATION ON WEAR

Oteniy Y.N., Vinogradov V.V., Shchegolev N.G.

*Kamyshin technological institute (branch) of the state educational establishment of higher professional education «Volgograd state technical university»*

**This work analyzes the effect of rollers position in the grooving of the instrument cage for surface plastic deformation on the cage wear. The authors investigate differences in working conditions of rigid burnisher and permanent force instrument. It has been shown in the article that arising friction forces between the roller and cage side in the permanent force instrument are directed to the same route with the deforming force which stabilizes rollers position and decreases cage wear.**

**Keywords:** surface plastic deformation, instrument, wear.