УДК 621.787.4

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО РАСКАТНИКА ЦЕНТРОБЕЖНОГО РЫЧАЖНОГО

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

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

Применяемые в настоящее время раскатывающие инструменты имеют ряд конструктивных недостатков. Так, в инструментах сепараторного типа, за счет малой площади контакта между коническими деформирующими роликами и опорным конусом, возникают значительные контактные напряжения, превышающие допустимые значения, что приводит к их быстрому выходу из строя. При установке деформирующих роликов на опоры качения, пропорционально увеличивается их наружный диаметр, что ведет к увеличению необходимой силы деформирования и общих габаритов инструмента. Главным недостатком применяемых раскатывающих инструментов является то, что они не обеспечивают заданную стабильную силу деформирования и подачу и, таким образом, существенно снижают необходимые показатели качества обработанного поверхностного слоя. Применяемые раскатывающие инструменты инерционного действия частично устраняют перечисленные недостатки, однако, они также не обеспечивают в полной мере требуемых сил деформирования и производительности. В данной статье изложена методика совершенствования конструкции экспериментального раскатника центробежного рычажного (патент №122810), с целью улучшения его эксплуатационных параметров и повышения качества обработки деталей машин

Ключевые слова: ППД, поверхностное пластическое деформирование, раскатник, ППД роликами

IMPROVEMENT OF EXPERIMENTAL DESIGN ROLLER TOOL CENTRIFUGAL LEVER

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

Kamyshin Tecnological Institute, branch of the Volgograd State Technical University, Kamyshin, e-mail: virt09@rambler.ru

The currently rolling tools have a number of design flaws. Thus, in the separation-type instruments, due to the small contact area between the conical deforming po-faces and the support cone, there are significant contact voltage exceeds the allowed values-tion, which leads to their rapid failure. When installing the deforming rollers for rolling bearings, their proportion increased outer diameter, leading to an increase in the required force-deformirova and the overall dimensions of the tool. The main drawback of the rolling tool used is that they do not provide a given deformation force and stable supply and thereby significantly reduce the required quality parameters of the treated surface layer. Applied Instruments rolling inertia acts partially eliminate these shortcomings, however, they have also not been ensured vides the full required strength and deformation performance. In this article the Meto-Wild improving the design of experimental raskatnika centrifugal lever (patent №122810), in order to improve its operational parameters and improve the quality of machine parts processing.

Keywords: SPD, surface plastic deformation, roller treatment, combined machine processing, SPD by rollers

На рис. 1 представлена конструкция экспериментального раскатника центробежного рычажного по патенту №122810.

Представленная конструкция при проведении экспериментальных исследований показала обнадеживающие результаты по надежности, стабильности и обеспечению заданного качества поверхностного слоя. Однако она имеет ряд недостатков, заключающихся в следующем.

При этом конструкция инструмента позволяет применять инерционные грузы 3 с заданными массами, регулируя их величину изменением длины центробежного груза.

1. В рассматриваемом инструменте (рис. 1) предполагается получать расчетные значения силы деформирования, приложенные к деформирующим роликам 5, как действие суммы моментов от величин центробежных сил, обеспечиваемых массами двух смежных опорных катков 6, опирающихся на них деформирующих роликов 5, центробежных грузов 3 и распределенными по длине массами самих рычагов 12. Расчетные величины плеч равны расстояниям по длине рычага от центров тяжести опорных катков, деформирующих роликов, центробежных грузов и самого рычага до его крепления в шарнире 4.

Однако если переместить ось вращения рычага в его начало (расположить в передней стенке корпуса рычага), то центр тяжести центробежных грузов окажется значительно ближе к деформирующим роликам, и тем самим будет увеличена центробежная сила, действующая на деформирующий ролик.

2. При выводе инструмента из обработанного отверстия, деформирующие ролики будут «провисать» в нижней части инструмента. Это может привести к задирам обработанной поверхности отверстия. Для предотвращения этого не желательного явления в инерционном раскатнике рычажном предусмотрены подпружиненные вставки 12 (рис 1), входящие в конические углубления выполненные в рычагах 2, за

счет чего рычаги вместе с инерционными грузами при неработающем инструменте сходятся к оси раскатника. Такое конструктивное исполнение удержания рычагов на одной окружности при неработающем инструменте представляется весьма ненадежным, так как вставки могут подвергаться заклиниванию.

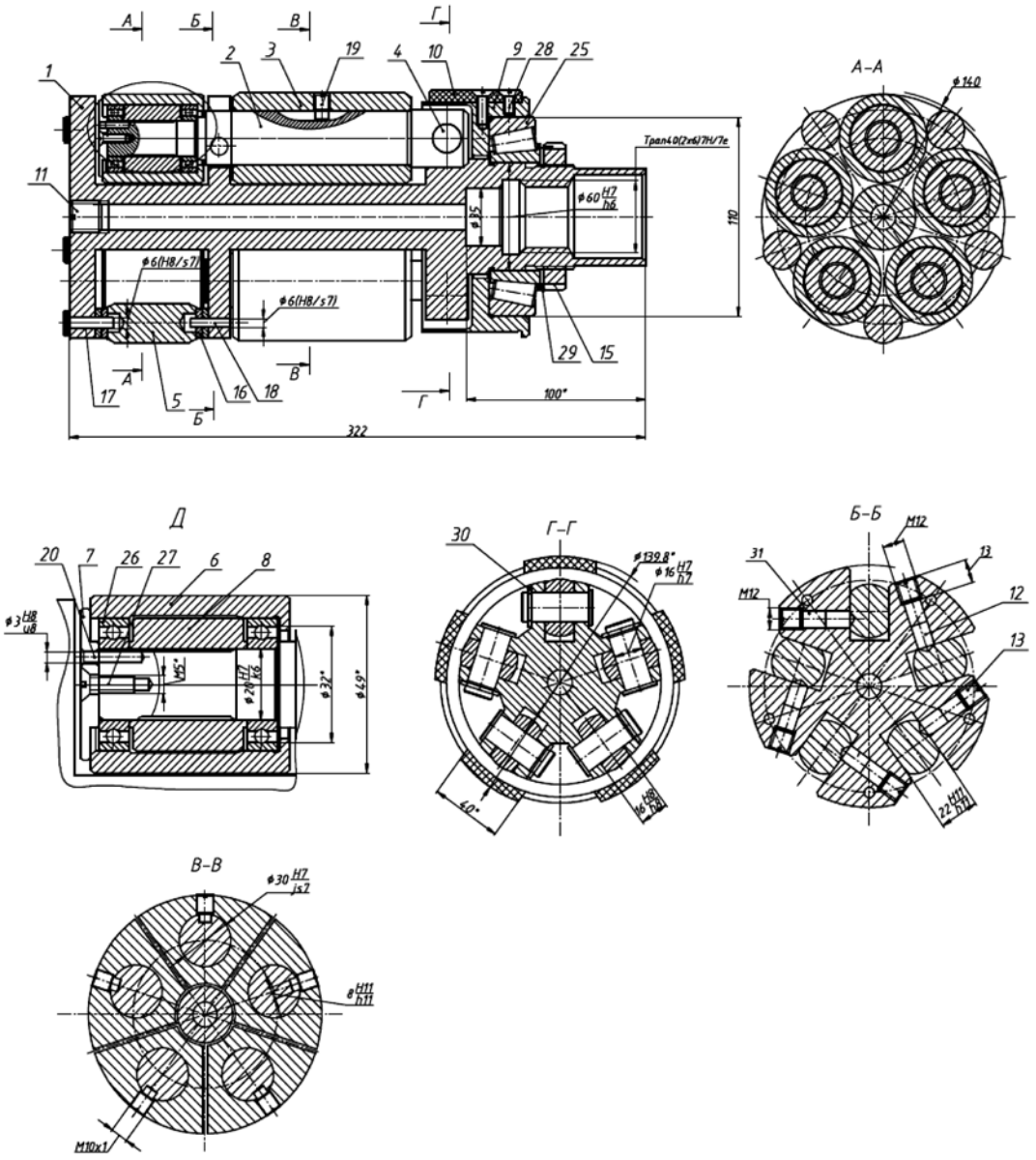

Рис. 1. Конструкция экспериментального раскатника центробежного рычажного по патенту №122810

3. Базовый раскатник закрепляется на стебле при помощи внутренней двухзаходной трапецеидальной резьбы. Традиционно ротационный раскатывающий инструмент закрепляется на стебле при помощи наружной двузаходной трапецеидальной (или прямоугольной) резьбы. Это связано с тем, что обработка наружной резьбы более технологична, и поскольку стебель один, а раскатывающих инструментов применяется много, то принятое решение использовать для закрепления раскатника при помощи внутренне трапециедальной резьбы не целесообразно.

Сила деформирования, центробежного рычажного раскатывающего устройства, будет складываться из суммы всех возникающих центробежных сил, действующих на деформирующий цилиндрический ролик: от массы самого ролика, масс двух опорных катков, массы центробежного груза и массы рычага, на котором они устанавливаются.

Рассмотрим два вида расположения оси крепления рычагов раскатника (рис. 2.), а именно на правом конце раскатника (рис. 2а) и левом конце раскатника (рис. 2.б)

Составив и решив уравнение равновесия для каждой из схем крепления оси в виде суммы моментов центробежных сил относительно усилия P_k, действующего на каток, будем иметь следующее уравнение:

$$P_k = \frac{P_{kc} \cdot L_{da} + P_{пр} \cdot L_{ca} + P_{гр} \cdot L_{ba}}{2L_{ka} \sin\eta}. \quad (1)$$

На деформирующий ролик, в соответствии со схемой, изображенной на рис. 2, действуют две силы со стороны дух смежных катков.

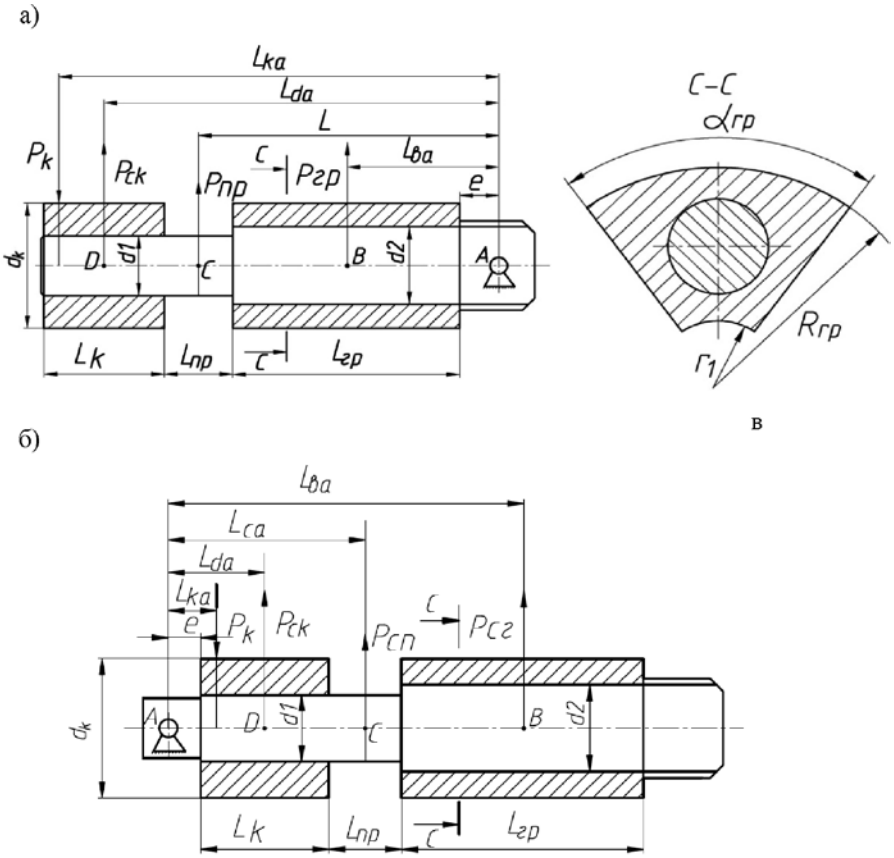

Рис. 2. Расчетная схема определения силы деформирования создаваемого массой опорного катка, массой центробежного груза и рычагом:
а – рычаг прямого раскатника; б – рычаг обрабного раскатника; в – поперечное сечение центробежного груза (круговой сегмент) $P_{пр}$ – центробежное усилие, обеспечиваемое массой участка рычага, расположенного между опорным катком и инерционным грузом;
$P_{гр}$ – центробежное усилие, обеспечиваемое массами центробежного груза и участком рычага, на котором установлен центробежный груз; $\alpha_{гр}$ – угол кругового сектора центробежного груза;
$D_{гр}$ – наружный диаметр кругового сектора; $d_г$ – внутренний диаметр кругового сектора;
$L_{гр}$ – длина центробежного груза; $r_к$, $r_р$ – радиусы опорного катка и деформирующего ролика;
$l_к$ – длина опорного катка; $\rho_к$, $\rho_р$ – удельный вес материала опорного катка и деформирующего ролика

Составив уравнение равновесия и решив его, получим зависимость для определения величины усилия деформирования, действующего непосредственно на деформирующий ролик.

$$P_p = \frac{P_{kp}}{\cos(\beta - \eta)} + P_{pc}. \qquad (2)$$

Полученное значение усилия деформирования должно соответствовать величине, необходимой для достижения заданных показателей качества поверхностного слоя при обработке ППД инерционным рычажным раскатывающим устройством. Одними из главных показателей качества является глубина упрочнения и остаточные напряжения в поверхностном слое обработанной детали.

Расчеты производились с применением ЭВМ в программным обеспечением MathCAD 14.

На основании расчетов построены графические зависимости, представленные на рис. 3 и 4.

Как видно из представленных на рис. 4. и рис. 3 зависимостей, при креплении рычага на правом конце сила деформирования при одинаковых частотах вращения раскатников больше чем при креплении рычага на правом конце.

Согласно полученным расчетным данным, представленным на рис. 4 видно, что для раскатника рычажного обрабтного сила деформирования при одних и тех же частотах вращения больше в два раза по сравнению с креплением рычага на правом конце. Необходимая сила деформирования при обеспечении шероховатости в пределах R_a=0.12 …0,2 мкм и глубине упрочнения 1…1,3 мм равна 6 кН. При этом максимальная частота вращения инструмента в базовом варианте раскатника при обработке отверстия диаметром 100 мм будет превосходить 1200 мин$^{-1}$, а в предлагаемом варианте всего 600 мин$^{-1}$.

а) *б)*

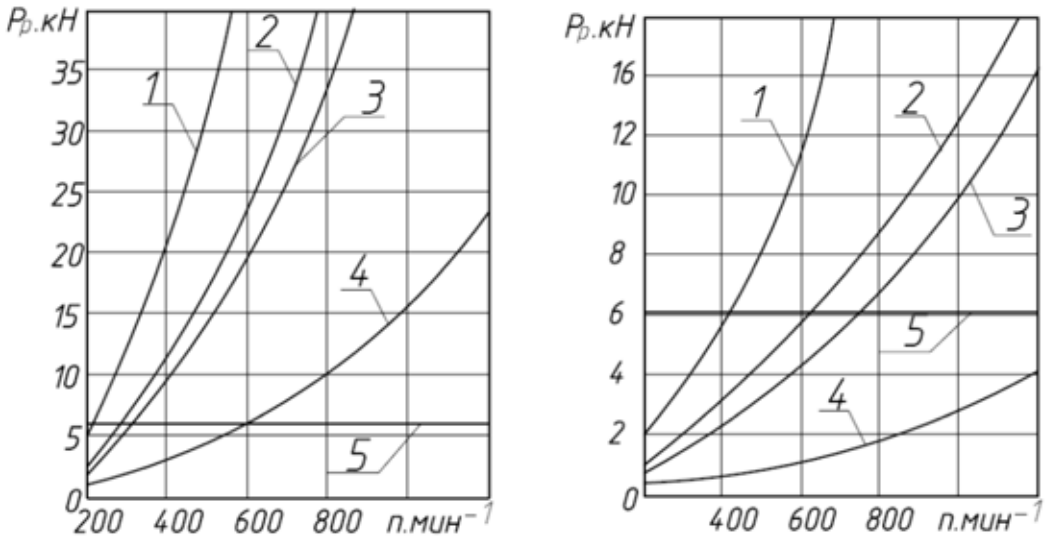

Рис. 3. Изменение усилия деформирования от радиусов обрабатываемых отверстий и частоты вращения раскатника:
а – для крепления рычага на левом конце; б – для крепления рычага правом конце.
Радиусы обрабатываемых отверстий:
1 – R_o=100 мм; 2 – R_o=80 мм; 3 – R_o=75 мм; 4 – R_o=50 мм. Необходимая сила деформирования соответствует прямой линии, обозначенной цифрой 5, равна 6 кН

а) *б)*

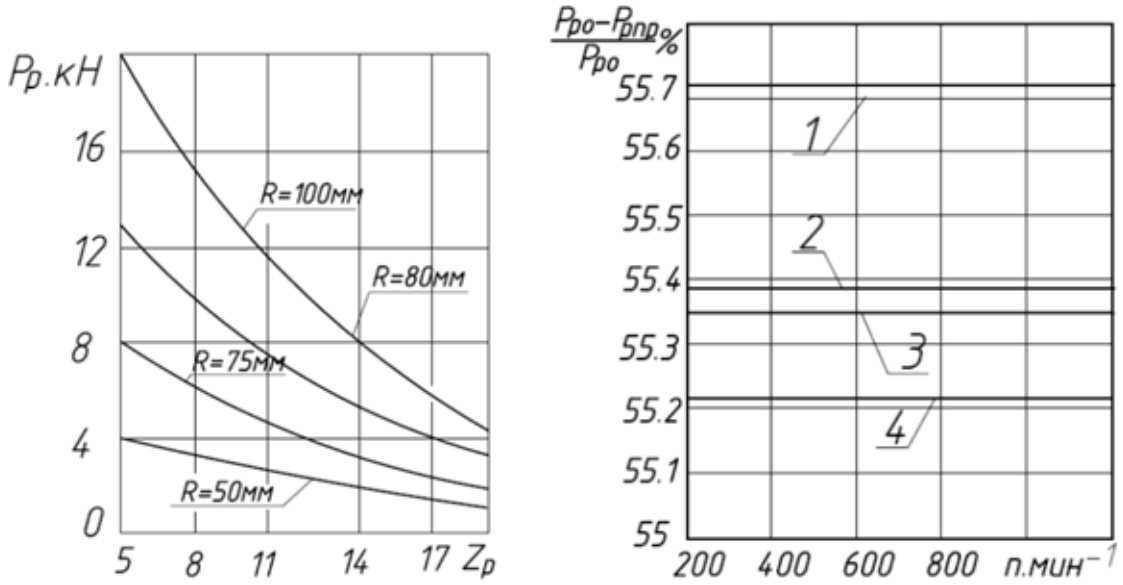

Рис. 4. Изменение усилия деформирования от количества роликов, одновременно устанавливаемых в инструменте (а) и процентное отношение сил деформирования при креплении рычага на разных концах (б)

При этом следует, что с увеличением диаметра обрабатываемого отверстия необходимая частота вращения для обеспечения усилия деформирования уменьшается. Кроме того, наибольшая сила деформирования будет приходится на раскатник содержащий 5 роликов.

Список литературы

1. Барац Я.И. Поверхностное упрочнение деталей машин обкаткой роликами. – Харьков: Гос. научно-техн. изд. черной и цветной металлургии, 1959. – 53 с.

2 Отений Я.Н. Технологическое обеспечение качества деталей машин при обработке поверхностным пластическим деформированием роликами: дисс. ... докт. техн. наук. – Волгоград, 2007. – 320 с.

3.Отений Я.Н., Ольштынский Н.В., Ольштынский С.Н., Щеголев Н.Г. Особенности определения рациональных параметров деформирую- щих элементов и технологических режимов обработки при поверхностном пластическом деформировании // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2010. – №12. – С. 3–6.

4. Патент РФ № 122810. Инструмент для обработки отверстий ме- тодом пластического деформирования / Отений Я.Н, Ольштынский Н.В., Ольштынский С.Н., Щеголев Н.Г. Заявитель и патентообладатель ВолгГТУ.

5. Щеголев Н.Г. Исследование сил деформирования, создаваемых инерционным рычажным раскатывающим устройством // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2011. – №1. – С.3–6.