

УДК 621.787  
УПРАВЛЯЕМОЕ ИНЕРЦИОННО-ИМПУЛЬСНОЕ РАСКАТЫВАНИЕ  
ВНУТРЕННИХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

В. М. ПАШКЕВИЧ, В. В. АФАНЕВИЧ, К. А. МАКСИМОВ  
Белорусско-Российский университет  
Могилев, Беларусь

Известны различные методы ударного (динамического) поверхностно-пластического деформирования внутренних цилиндрических поверхностей. Среди них можно выделить импульсно-силовое вибронакатывание, магнитно-динамическое раскатывание, пневмоцентробежную обработку, импульсно-ударную пневмовибродинамическую обработку, центробежно-ударное упрочнение и др. Применение данных методов имеет как достоинства, так и недостатки.

К недостаткам относятся невозможность использования для упрочняющей обработки нежестких деталей, необходимость использования дополнительного источника энергии – сжатого воздуха или дополнительного привода для вращения инструмента.

Инерционно-импульсное раскатывание и реализующий его инструмент (рис. 1) используют энергию вращающейся заготовки (при этом вращение инструменту не придается). Инструмент может работать и в случаях, когда заготовка остается неподвижной, а вращение придается инструменту. Такая схема работы может быть применена в случаях, когда заготовка массивна (например, является корпусной деталью). Такое применение может быть полезно, например, для обработки отверстий корпусов под подшипники для повышения контактной жесткости рабочих поверхностей.

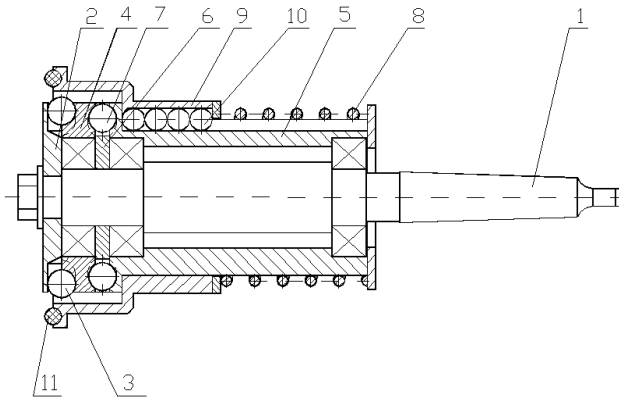


Рис. 1. Инерционно-импульсный раскатчик отверстий

Принцип работы инструмента при использовании со станками токарной группы следующий. Заготовка устанавливается в шпинделе станка, а инструмент неподвижно в пиноли задней бабки. Заготовке посредством шпинделя придается вращение. Инструмент подводится к торцу заготовки, и вращение при помощи фрикционного кольца 11, закрепленного на втулке 9, передается через подвижную шпонку, выполненную из набора шаров 10, на корпус 5. Подвижная шпонка позволяет втулке 9 свободно перемещаться вдоль оси корпуса и при этом передавать вращение. Пружина 8 в процессе обработки позволяет сохранять контакт между торцом заготовки и инструментом, а соответственно, способствует передаче вращения.

Корпус является ведущим звеном редуцирующего узла, с помощью которого частота вращения уменьшается и передается на выходное звено 4, выполняющее также функции опорного элемента для деформирующих шаров 3.

Опорный элемент имеет на своей левой торцевой поверхности замкнутую волнообразную канавку. Она выполнена таким образом, что деформирующие шары, обкатываясь по ней, в наиболее удаленных от оси инструмента точках выступают за наружную цилиндрическую поверхность. С противоположной стороны движение деформирующих шаров ограничено радиальными пазами сепаратора 2.

Важным параметром, влияющим на процесс обработки, является скорость шара в момент нанесения удара по поверхности. На величину скорости могут влиять различные факторы, среди которых следует выделить принимаемый на этапе проектирования инструмента вид волнообразной канавки. Установлено, что среди исследованных видов наибольший интерес представляют канавки, выполненные в виде спирали Архимеда и участков прямых линий. При этом скорость шара в момент нанесения удара при прочих равных условиях существенно отличается от нуля.

Так, например, для канавки, выполненной в виде спирали Архимеда, применительно к описанной схеме инструмента на процесс деформирования влияет скорость шара в верхней точке кривой, когда он удаляется от центра канавки. Этому случаю соответствует восходящая ветвь кривой, описанной уравнением в полярной системе координат

$$\rho = R_0 + \frac{2A}{\pi} z\varphi,$$

где  $R_0$  – минимальный радиус дорожки;  $A$  – амплитуда беговой дорожки;  $z$  – число периодов беговой дорожки;  $\varphi$  – угол поворота.

Продифференцировав по времени уравнение многопериодной линии, можно получить скорость в любой момент времени. Для спирали Архимеда она определяется следующим соотношением:



$$v = \frac{2A}{\pi} z\omega,$$

где  $\omega$  – угловая частота вращения опорного элемента.

