

УДК 621.787

Н.С. Гарлачов, канд. техн. наук, доц., Е.Н. Антонова

## ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЧАСТОТУ ВРАЩЕНИЯ ШАРОВ ПНЕВМОЦЕНТРОБЕЖНОГО РАСКАТНИКА

В работе приводятся результаты влияния диаметров, формы сопел и их расположение на частоту вращения шаров пневмоцентробежного раскатника.

В пневматической системе предусматривают давление и скорость, при которых устанавливается максимальный (критический) расход воздуха [1, 2], при этом давление в камере расширения составляет 0,5 Р (половину исходного давления) для пропуска одинакового массового расхода, как и через сопла. Это можно достичь за счет изменения площади щели или за счет изменения ее сопротивления.

Для исследования влияния количества, формы, диаметра сопел, давления в осевой полости инструмента и в камере расширения была изготовлена экспериментальная конструкция пневмоцентробежного раскатника диаметром 109 мм с набором сменных распорных втулок различной толщины, с различной формой и расположением сопел. Одно кольцо, образующее камеру расширения [3], и обрабатываемая деталь были изготовлены из оргстекла. Это позволило измерить не только частоту вращения деформирующих шаров с помощью стробоскопа, но и сфотографировать траекторию перемещения шаров как в плоскости, перпендикулярной оси инструмента, так и осциллирующее движение вдоль его оси.

Давление в осевой полости инструмента и в камере расширения измерялось с помощью манометров.

Радиальные зазоры между обрабатываемым кольцом и наружным диаметром инструмента составляли 0,2; 0,4; 0,6 мм и обеспечивались сменными втулками с соответствующими диаметрами.

Влияние расположения сопел относительно оси инструмента [5] на частоту вращения шаров ранее не исследовалось. Изменение данного параметра оказывает большое влияние на угол атаки шара, а следовательно, на изменение радиальной и тангенциальной составляющих результирующей скорости шара (рис. 1).

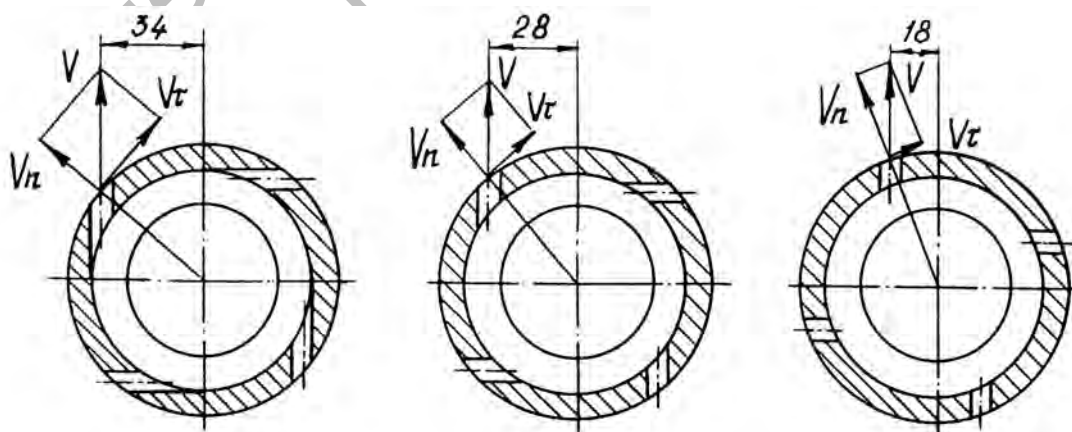


Рис. 1. Влияние расположения сопел на изменение радиальной и тангенциальной составляющих скорости вращения шаров

Влияние количества сопел диаметром 2,5 мм пневмоцентробежного раскатника диаметром 109 мм, снабженного деформирующими шарами диаметром 10 мм, на частоту их вращения при различных давлениях в осевой полости инструмента представлены на рис. 2.

С увеличением количества сопел и давления в осевой полости инструмента частота вращения деформирующих шаров увеличивается, так как увеличивается массовый расход воздуха, совершающий работу, необходимую для смятия неровностей.

Большее количество сопел меньшего диаметра, но с одинаковой суммарной площадью их проходных сечений, обеспечивающих постоянный массовый расход воздуха, способствует увеличению частоты вращения шаров (рис. 3). Это явление объясняется тем, что при меньшем количестве сопел, имеющих больший диаметр, деформирующий шар получает импульс с большей силой, чем при соплах меньшего диаметра. Отскочив от обрабатываемой поверхности [5], шар, проходя путь до следующего сопла, расходует часть кинетической энергии на преодоление пути до следующего сопла, причем, сила его воздействия на обрабатываемую поверхность на этом участке меньше по сравнению с импульсом в ударе.

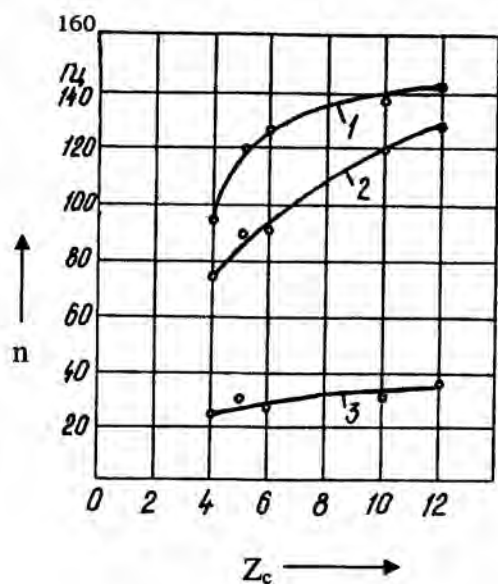


Рис. 2. Влияние давления и количества сопел на частоту вращения шаров ( $d_{ш.} = 10$  мм,  $d_c = 2,5$  мм; 1 -  $P = 0,3$  МПа; 2 -  $P = 0,2$  МПа; 3 -  $P = 0,1$  МПа)

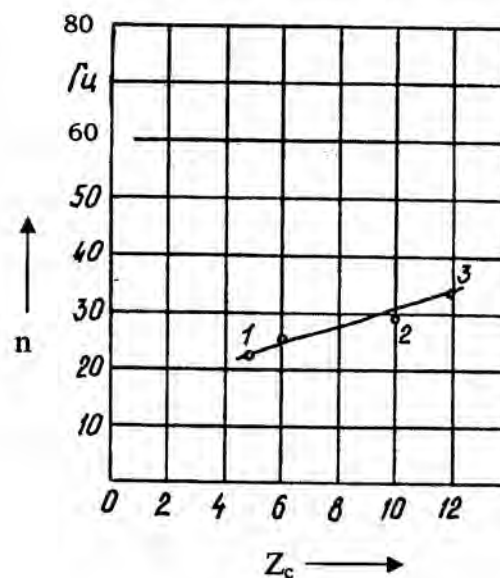


Рис. 3. Влияние количества сопел при постоянной суммарной площади ( $\Sigma S = 40$  мм<sup>2</sup>), при различных диаметрах ( $P = 0,1$  МПа) в точках: 1 -  $d_c = 3,3$  мм; 2 -  $d_c = 2,5$  мм; 3 -  $d_c = 2$  мм

При увеличении числа сопел меньшего диаметра путь, проходящий шаром до следующего сопла, уменьшается, соответственно, уменьшаются потери кинетической энергии. Увеличение числа импульсов, воздействующих на шар, способствует увеличению его частоты вращения, несмотря на уменьшение силы, воздействующей на него, в связи с уменьшением массового расхода воздуха через одно сопло. Смятие неровностей в этом случае происходит более равномерно по всей обрабатываемой поверхности.

Исследование влияния формы сопел на частоту вращения деформирующих шаров показали (рис. 4), что сопла с прямоугольным сечением, постоянным по длине, и расположенные по торцу распорных колец обеспечивают несколько меньшую частоту

шаров по сравнению с цилиндрическими соплами, расположенными по центру распорных колец. Это объясняется тем, что шары совершают больше осциллирующие движения вдоль оси обрабатываемой поверхности, исключая при этом их одноосное вращение [4, 5].

Наибольшее влияние на частоту вращения оказывают конические сопла с углом конуса  $13^{\circ}$  с прямоугольным поперечным сечением (см. рис. 4). Они обеспечивают частоту вращения шаров при избыточном давлении 0,2 МПа, такую же, как цилиндрические сопла при избыточном давлении в осевой полости инструмента 0,3 МПа.

От расположения сопел относительно оси инструмента зависит угол атаки (см. рис. 1) и, естественно, что с уменьшением данного расстояния частота вращения шаров уменьшается. С уменьшением расстояния « $l$ » увеличивается радиальная составляющая силы, действующей на обрабатываемую поверхность, а тангенциальная составляющая этой силы, соответственно, уменьшается. Наибольшую частоту вращения шары имеют при максимальном значении « $l$ ».

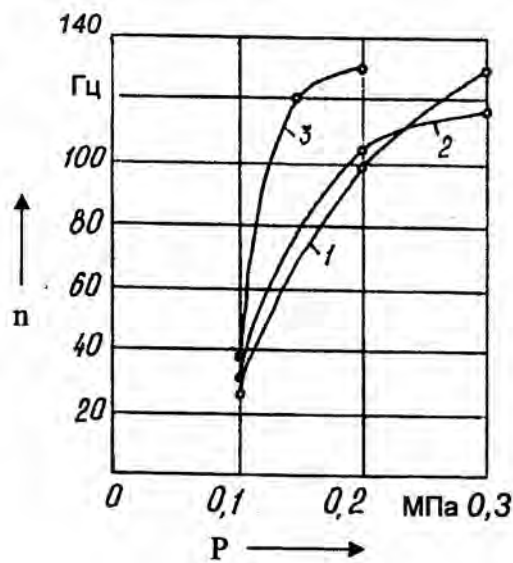


Рис. 4. Влияние давления и формы сопел на частоту вращения шаров: 1 - сопла цилиндрические; 2 - сопла призматические; 3 - сопла с прямоугольным сечением конические

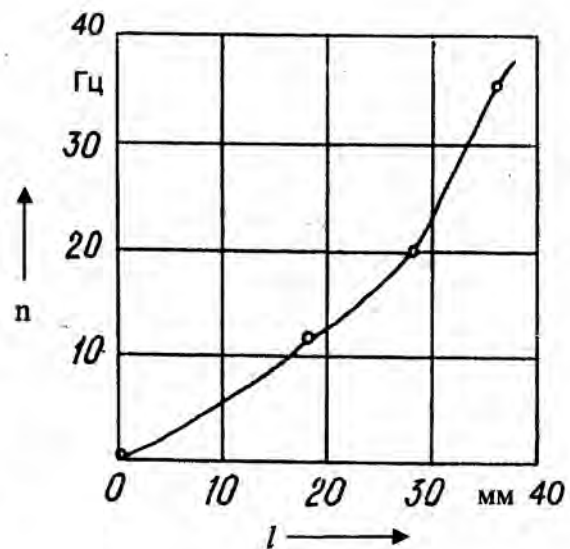


Рис. 5. Влияние расположения сопел относительно оси инструмента на частоту вращения шаров ( $P = 0,1$  МПа)

С увеличением радиального зазора между деталью и инструментом давление в камере расширения уменьшается, соответственно, уменьшается и частота вращения шаров. Кроме того, избыточное давление в осевой полости инструмента при максимальном зазоре не превышало 0,2 МПа, несмотря на то, что давление в сети могло достигать 0,5 МПа.

Уменьшение частоты вращения шаров сказывается и на качестве обрабатываемой поверхности. Так, например, при обработке чугуновых гильз цилиндрами двухрядным пневмоцентробежным раскатником с радиальным зазором между гильзой и инструментом, равном 0,6 мм, шероховатость поверхности после обработки составила  $Ra = 0,8 \dots 1,0$  мкм при исходной  $Ra = 2,2 \dots 2,5$  мкм. Давление в осевой полости инструмента не превышало 0,18 МПа.

При уменьшении радиального зазора до 0,3 мм увеличилось давление в камере расширения и, соответственно, давление в осевой полости инструмента до 0,25 МПа и

частота вращения деформирующих шаров. Шероховатость поверхности после обработки составила  $Ra = 0,5 \dots 0,7$  мкм.

### **Выводы**

1. С целью обеспечения луночного микрорельефа на обрабатываемой поверхности конические сопла следует располагать на противоположных торцах друг напротив друга и на меньшем расстоянии « $l$ », обеспечивающим вращение деформирующих шаров диаметром 5...8 мм. Такое расположение сопел обеспечивает максимальное значение радиальной составляющей силы, воздействующей на обрабатываемую поверхность.

2. С целью обеспечения выглаживающего эффекта обрабатываемых поверхностей конические сопла на противоположных торцах распорных колец следует располагать смещенными друг относительно друга и на максимальном расстоянии « $l$ » при увеличенном осевом зазоре между кольцами, образующими камеру расширения. Число сопел, в этом случае выбирается максимально возможным при обеспечении нормального процесса, исходя их теории гидравлики, а диаметры шаров 8...12 мм.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Башта, Т. М. Гидропривод и гидропневмоавтоматика / Т. М. Башта. - М. : Машиностроение, 1972. - 320 с. : ил.
2. Особенности выбора параметров турбопривода пневмомашин, обусловленные гидравлическими характеристиками подводных систем / И. В. Котляр [и др.] // Вестн. машиностроения. - 1987. - №. 1. - С. 31-32.
3. Ящук, О. В. Методика определения скорости деформирующих элементов на стадии проектирования инструмента для финишной пневмовибродинамической обработки / О. В. Ящук // Вестн. машиностроения. - 2005. - №. 4. - С. 44-49.
4. Ящерицын, П. И. Упрочняющая обработка нежестких деталей в машиностроении / П. И. Ящерицын, А. П. Минаков. - Мн. : Наука и техника, 1986. - 215 с. : ил.
5. Минаков, А. П. Технологические основы пневмовибродинамической обработки нежестких деталей / А. П. Минаков, А. А. Бунос; под ред. П. И. Ящерицына. - Мн. : Наука и техника, 1995. - 304 с. : ил.

Белорусско-Российский университет  
Материал поступил 10.11.2005

**N.S. Garlachov, E.N. Antonova**  
**Influence of the design and technological**  
**factors on rotation frequency of spheres**  
**of the pneumocentrifugal roller**  
Belarusian-Russian University

In the article the outcomes of research of the influence of diameters, shapes of nozzles and their arrangement on rotation frequency of spheres of the pneumocentrifugal roller are given.