

УДК 621.787

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

ОСНАСТКА ДЛЯ ПНЕВМОЦЕНТРОБЕЖНОЙ ОБРАБОТКИ ОТВЕРСТИЙ

В статье рассмотрены вопросы анализа технологического обеспечения процесса пневмоцентробежной обработки отверстий маложестких деталей. Показана необходимость в разработке специального оборудования для пневмоцентробежной обработки отверстий таких заготовок. Предложена общая компоновка установки для обработки отверстий, позволяющая проводить обработку с минимальными затратами электроэнергии. Приведены обоснования экономической эффективности предложенной установки.

Введение

Пневмоцентробежная обработка (ПЦО) позволяет обрабатывать нежесткие детали с обеспечением упрочнения поверхностного слоя с небольшими внутренними напряжениями на малой глубине, что положительно влияет на триботехнические свойства поверхностей пар трения и способствует повышению их долговечности.

Анализ технического обеспечения процесса пневмоцентробежной обработки показал, что существует большое количество конструкций пневмоцентробежных раскатников. Пневмоцентробежная обработка, как правило, производится на универсальном оборудовании (токарных, радиально-сверлильных, вертикально-фрезерных станках), мощность двигателей которых значительно превышает необходимую для осуществления процесса обработки. Специальное оборудование с мощностью, необходимой для данного процесса обработки, отсутствует.

Существует установка с гидроприводом подачи, однако она не удовлетворяет требованиям по равномерности хода, что немаловажно для получения регулярного микрорельефа. Поэтому возникает необходимость в разработке оборудования с другим видом привода, обладающим более совершенными характеристиками.

Поэтому создание малогабаритной установки, позволяющей проводить пневмоцентробежную обработку отвер-

стей заготовок малой жесткости с минимальными затратами электроэнергии, является *актуальной* задачей.

Анализ технологического обеспечения процесса пневмоцентробежной обработки

При обработке нежестких изделий возникают трудности при установке и закреплении на станке. Это связано с тем, что при приложении усилий от элементов станочного приспособления возникает деформация обрабатываемого изделия.

В [1] проводилась обработка гильз двигателей автомобилей КамАЗ из модифицированного чугуна (внутренний диаметр гильзы – 120 мм) и гильзы трактора МТЗ (внутренний диаметр гильзы – 110 мм). Обработка гильз двигателей автомобилей КамАЗ выполнялась однорядным пневмоцентробежным раскатником [2] на токарном станке модели 16К20. Гильзы устанавливались в цанговый стакан, а затем крепились в трехкулачковом патроне, причем точность центрирования гильз контролировалась с помощью индикатора часового типа.

При проектировании технологической оснастки для обработки деталей небольшой длины рекомендуется располагать продольную ось детали в вертикальной плоскости. Маложесткие детали обладают большей жесткостью в направлении продольной оси по сравнению с поперечной плоскостью [3]. Наличие по длине детали различных по

форме и конструктивным размерам дополнительных элементов (рис. 1) определяет ее переменную жесткость, которую необходимо учитывать при разработке инструментов. Применение устройств с гидропластмассовыми элемен-

тами для закрепления особо тонкостенных втулок не дало положительных результатов. Даже незначительная остаточная деформация упрочненной втулки не позволяет свободно извлечь ее из устройства.

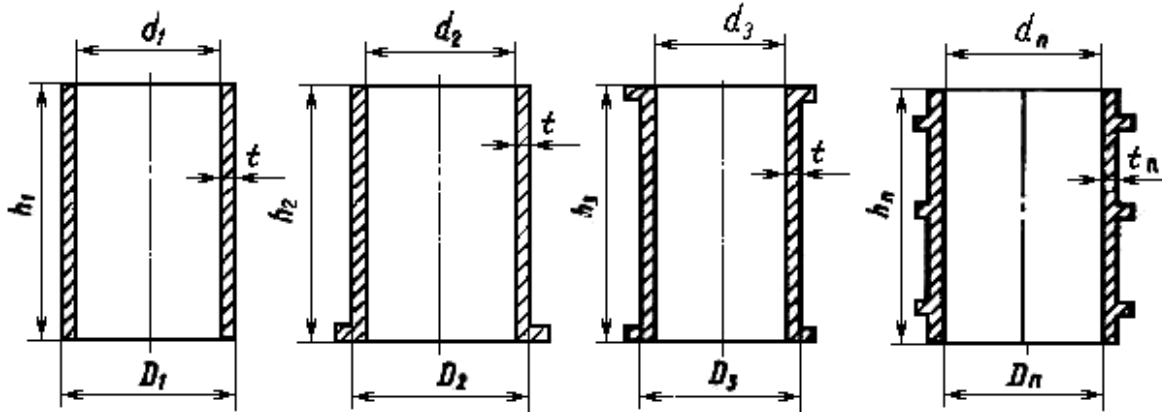


Рис. 1. Нежесткие детали с переменной радиальной жесткостью

Схема наладки и приспособление для пневмоцентробежной обработки отверстий гильзы, рекомендуемое в [3], представлены на рис. 2. Обрабатываемая деталь 1 устанавливается наружной цилиндрической поверхностью по внутренней поверхности диафрагмы, выполненной из резины.

Деталь закрепляется в результате подачи сжатого воздуха в рабочую полость 4 с расположенной в ней диафрагмой 2. Она плотно охватывает деталь по всей поверхности. Диафрагма имеет продольные пазы 3, в которые можно подавать СОЖ. В нижней части устройства расположен глушитель шума 5, а в верхней – раскатник 6. Отличие раскатника от известных конструкций состоит в том, что он снабжен уплотнителем 7, который при входе в цилиндр препятствует свободному выходу сжатого воздуха в атмосферу.

Осевое перемещение инструмента обеспечивается посредством пневмоили гидропривода, а вращение деформирующих элементов – с помощью сжатого воздуха. Уплотнитель 7 инст-

румента, входя в контакт с внутренней поверхностью цилиндра, перекрывает выход отработавшей среде, которая устремляется вниз в направлении рабочей подачи и, пройдя глушитель 5, в атмосферу. По окончании обработки инструмент занимает положение, необходимое для снятия обработанной детали и установки новой, предварительно выпускается воздух из рабочей полости диафрагмы, размещенной в корпусе 2.

Предлагаемая конструкция не удовлетворяет требованиям по равномерности хода, что немаловажно для получения регулярного микрорельефа. Специальное оборудование с мощностью, нужной для процесса обработки, отсутствует. Поэтому возникает необходимость в дальнейших исследованиях для разработки оборудования с другим видом привода, обладающим более совершенными характеристиками.

При обработке же поверхностей отверстий двухрядным пневмоцентробежным раскатником, у которого деформирующие шары во втором ряду вращаются в противоположном направлении, проис-

ходит уравнивание сил, приводящих во вращение опытный образец, т. е. он практически не вращается.

На основании экспериментальных исследований [4] установлено, что при пневмоцентробежной обработке отверстий крутящий момент, возникающий на обрабатываемом изделии, при воз-

действии на него деформирующих шаров незначителен и находится в пределах от 0,05 до 0,35 Н·м, что позволяет исключить силовое воздействие зажимных элементов станочного приспособления, упростить его конструкцию, исключить деформацию заготовки.

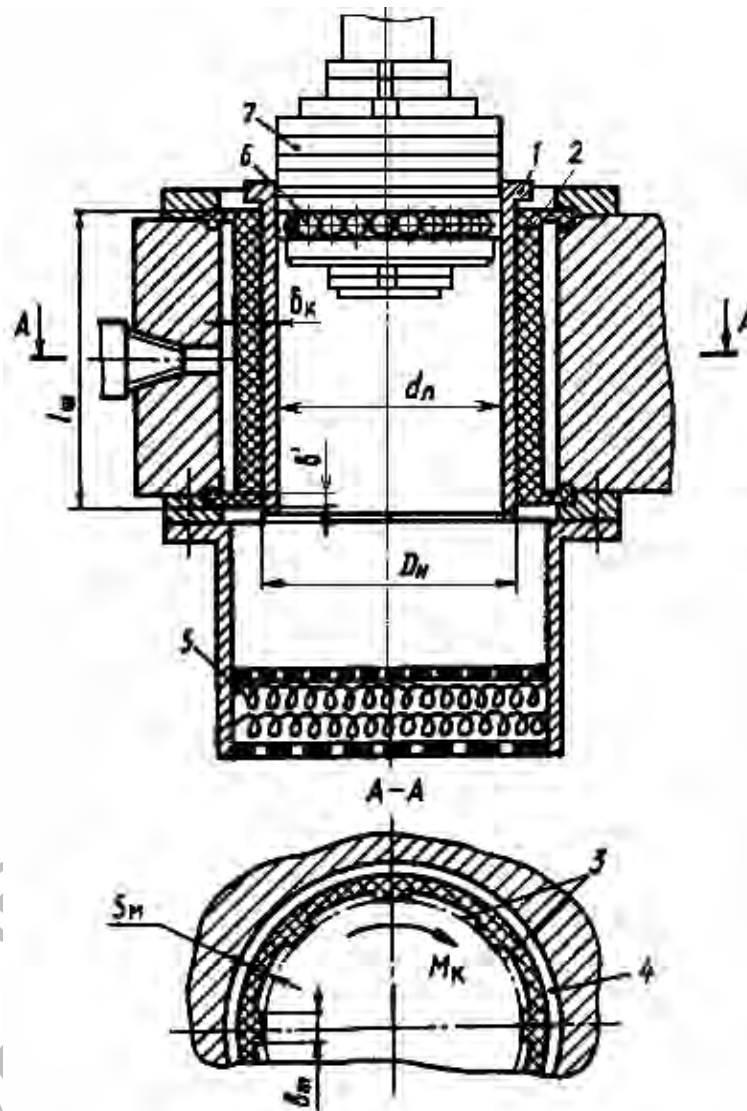


Рис. 2. Схема наладки и приспособление для пневмоцентробежной обработки зеркала гильзы

Полученные данные позволяют при проектировании оснастки свести до минимума или полностью исключить силовое воздействие зажимных элементов приспособления на обрабатываемое изделие. Этот принцип был реализован в приспособлении при эксперименталь-

ной обработке гильз цилиндров на Минском моторном заводе [1].

Приспособление, рассмотренное в [1, 5], состоит из сварного корпуса с неподвижно закрепленным на нем кольцом, шариков и сепаратора, установленных в кольце. Диск, имеющий вы-

ступы для базирования по буртику обрабатываемой гильзы, устанавливается сферической поверхностью на шарики.

Обработка гильз цилиндров трактора МТЗ выполнялась унифицированным двухрядным пневмоцентробежным раскатником [2].

Раскатник крепился к вращающейся пневмокамере, закрепленной на шпинделе радиально-сверлильного станка модели 2М552. Воздух к осевому отверстию инструмента подавался через шланг и пневмокамеру, а давление фиксировалось с помощью манометра. В инструменте можно было устанавливать шары диаметрами 8; 10; 12,7 мм. Диаметры сопел в распорных втулках – 2 и 2,5 мм соответственно в первом и втором ряду. Обработка выполнялась при избыточном давлении 0,2 МПа и при продольной подаче инструмента 95 мм/мин.

Данная конструкция приспособления, наряду с отсутствием зажимных элементов, исключающих силовое воздействие на обрабатываемую гильзу, позволяет ей самоустанавливаться соосно с осью раскатника, что повышает качество обработки.

Рассмотренная конструкция приспособления может устанавливаться на столе универсальных станков с вертикальной компоновкой, а также использоваться в простых устройствах, снабженных механизмом подачи инструмента. Погрешность центрирования оси инструмента должна составлять не более 0,1 мм [5].

Общая компоновка установки для пневмоцентробежной обработки

Разработана общая компоновка установки, позволяющая обрабатывать изделия высотой до 300 мм с подачей от 60 до 160 мм/мин (рис. 3). Все основные узлы установки: электродвигатель 1, редуктор 2, стол 3 с глушителем 4 – размещены на сварной раме 5. Установка состоит из электродвигателя постоянного тока 1, соединенного с помощью муфты 6 с редук-

тором 2. Шестерня редуктора входит в зацепление с зубчатой рейкой, закрепленной на полой шпинделе 7. При включении электродвигателя осуществляется осевое перемещение шпинделя, т. е. подача. Инструмент 8 (раскатник) устанавливается на конце полого ходового винта, через отверстие которого подается сжатый воздух, приводящий шарики в движение. На столе размещается кольцо 9, снабженное сепаратором с шариками, на которые устанавливается диск 10, являющийся базовой поверхностью для обрабатываемого изделия. В столе 3 имеется отверстие для выхода отработанного воздуха, к отверстию крепится глушитель 4.

Данная установка позволяет самоустанавливаться заготовке за счет совмещения ее оси с осью инструмента, а также исключить силовое воздействие на обрабатываемую заготовку.

Разработанная установка позволит производить пневмоцентробежную обработку отверстий (диаметром от 20 до 140 мм) различных деталей с наименьшими затратами площади, материалов и электроэнергии. Потребляемая мощность установкой – 0,55 кВт, а потребляемая мощность токарно-винторезным станком – 11 кВт, что в 20 раз больше.

Технико-экономическая эффективность применения установки для пневмоцентробежной обработки отверстий нежестких заготовок

Себестоимость установки определяется укрупненными методами на основе нормативов и типовых зависимостей.

При этом затраты на материалы рассчитываются из соотношения

$$C_M = \sum^n C_i \cdot M_i \cdot K_{ТЗР} \cdot K_{ПР}, \quad (1)$$

где n – виды потребляемых материалов (чугун, сталь, цветные металлы, пластмасы и т. п.); M_i – норма расхода i -го мате-

риала, т; $K_{пр}$ – коэффициент прочих (неучтенных) материалов, $K_{пр} = 1,1 \dots 1,15$; Π_i – цена за единицу i -го материала, тыс. р.;

$K_{тзр}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов, $K_{тзр} = 1,03$.

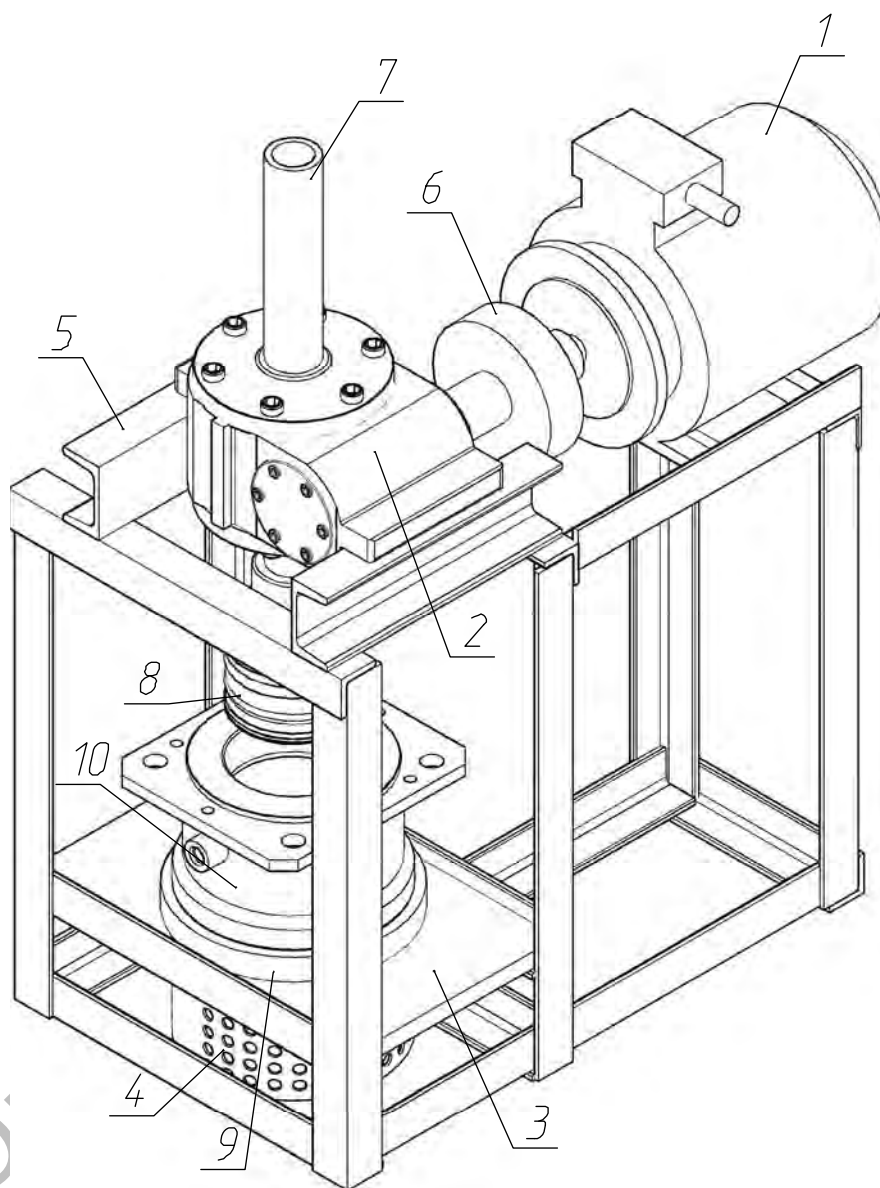


Рис. 3. Общая компоновка установки для пневмоцентробежной обработки отверстий

Нормы расхода можно определить по формуле

$$M = \frac{M_d}{K_{ис}}, \quad (2)$$

где M_d – масса детали, т; $K_{ис}$ – коэффициент использования материалов (для корпусов – 0,6...0,8; для валов – 0,7...0,9; шестерен – 0,55...0,7).

Затраты на комплектующие (покупные) изделия рассчитываются по формуле

$$C_k = \sum_{i=1}^n \Pi_i \cdot N_i \cdot K_{тзр} \cdot K_{пр}, \quad (3)$$

где n – число наименований комплектующих изделий (крепеж, подшипники, электродвигатели, микросхемы и т. п.);

C_i – цена за единицу i -го комплектующего, тыс. р.; N – количество изделий в конструкции, шт.

Результаты расчетов затрат на материалы и комплектующие изделия приведены в табл. 1.

Табл. 1. Затраты на материалы и комплектующие изделия

Вид комплектующих	Количество	Стоимость, тыс. р.	Всего, тыс. р.
Электродвигатель	1	1456	1456
Подшипник 7205	2	20	40
Подшипник 2007511	2	50	100
Муфта	1	40	40
Итого			1636

Стоимость прочих материалов и комплектующих изделий можно принять в пределах 5...15 % от расчетных значений.

$$C_k = 1636 \cdot 1,15 \cdot 1,03 = 1937,8 \text{ тыс. р.}$$

Основная зарплата рабочих на изготовление и сборку может быть найдена таким образом:

$$ЗП = C_q \cdot T \cdot K_n, \quad (4)$$

где C_q – средняя часовая тарифная ставка рабочего, тыс. р.; T – общая трудоемкость изготовления деталей и сборки узла, ч; K_n – коэффициент премий, $K_n = 1,4$.

Трудоемкость работ

$$T = \sum t_i \cdot M + t_{сб}, \quad (5)$$

где t_i – удельная трудоемкость на 1 т массы соответствующих деталей, ч/т; $t_{сб}$ – оценочная трудоемкость сборки, ч.

В расчетах можно принять следующие значения t :

– простые сварные конструкции – 200...250 ч/т;

– механообработка простых деталей – 300...350 ч/т;

– обработка шестерен и редукторов – 600...650 ч/т;

– изготовление автоматических гидравлических и электрических устройств – 200...250 ч/т.

$$T = 10 + 15 + 3,15 + 10 = 38,15 \text{ ч.}$$

$$ЗП = 2,26 \cdot 1,4 \cdot 38,15 = 120,87 \text{ тыс. р.}$$

Результаты расчетов по себестоимости узла представлены в табл. 2.

Табл. 2. Себестоимость узла

Наименование	Обозначение	Сумма, тыс. р.
Основные материалы	C_m	71,8
Комплектующие изделия	C_k	1937,8
Основная зарплата рабочих	ЗП	120,87
Дополнительная зарплата	ЗП _{доп}	12,09
Отчисления на социальные нужды	$O_{с.н.}$	47,86
Общепроизводственные расходы	$P_{оп}$	240
Общехозяйственные расходы	$P_{ох}$	145
Всего		2575,6

Заклучение

На основании проведенного анализа принципа работы пневмоцентробежных раскатников, технического оснащения пневмоцентробежной обработки, результатов измерений крутящего момента, возникающего на заготовке при обработке, разработана общая компоновка установки, позволяющая производить пневмоцентробежную обработку отверстий (диаметром от 20 до 140 мм, высотой до 300 мм, подачей от 60...160 мм/мин) нежестких заготовок, исключить затраты на эмульсию, уменьшить производственную площадь, сократить затраты на электроэнергию в 20 раз по сравнению с такими же затратами токарно-винторезного станка. Ориентировочная стоимость установки по ценам 2009 г. составит 2575,6 млн р.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Минаков, А. П.** Обработка изделий из чугуна пневмоцентробежным раскатником / А. П. Минаков, Н. С. Гарлачов, Е. Н. Антонова // Сб.

науч. тр. членов Междунар. Балтийской Ассоц. машиностроителей. – Калининград, 2005. – № 5. – С. 62–64.

2. **Пат. 421 РБ, В 24 В 39 / 02.** Инструмент для обработки цилиндрических отверстий методом пластической деформации / Н. С. Гарлачов, Е. Н. Антонова; заявитель и патентообладатель Гарлачов Николай Семенович, Антонова Елена Николаевна. – № 20010148; заявл. 14.06.01; опубл. 30.12.01. – 4 с.

3. **Минаков, А. П.** Технологические основы пневмовибродинамической обработки нежестких деталей / А. П. Минаков, А. А. Бунос; под ред. П. И. Ящерицина. – Минск: Наука і техника, 1995. – 304 с.

4. **Антонова, Е. Н.** Влияние конструктивных и технологических факторов на крутящий момент втулки при ее обработке пневмоцентробежным раскатником / Е. Н. Антонова, А. М. Кисленков // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности: материалы Респ. науч.-техн. конф. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2006. – С. 19.

5. **Гарлачов, Н. С.** Технология пневмоцентробежной обработки отверстий / Н. С. Гарлачов, Е. Н. Антонова // Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. – 2010. – № 1. – С. 44–52.

Белорусско-Российский университет
Материал поступил 02.03.2011

N. S. Garlachov, E. N. Antonova
Equipment for processing holes
pneumocentrifugal

The paper deals with analysis of the technical support process pneumocentrifugal processing holes malozhestkih details. The design of the installation to allow a pneumocentrifugal processing holes of workpieces with minimal electricity. Will summarize the rationale of economic efficiency of the proposed design.