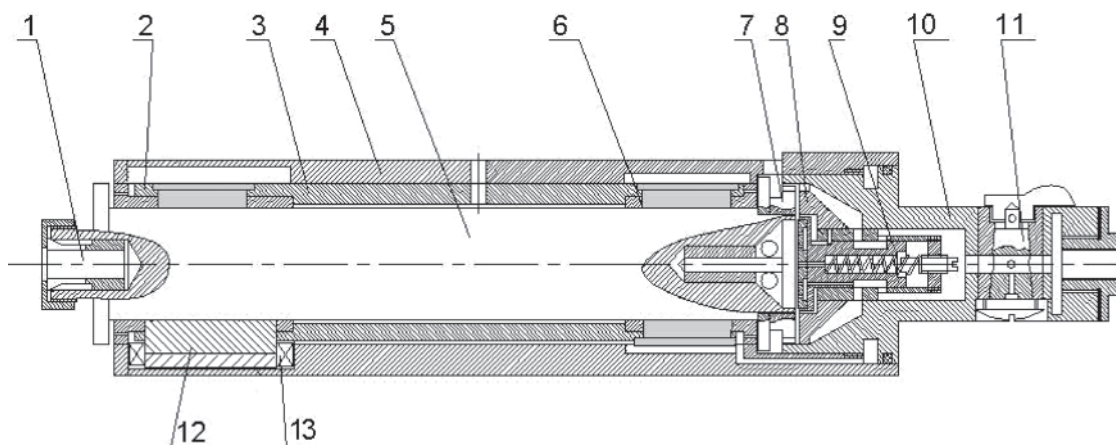


ШУ в составе разнообразного металлообрабатывающего оборудования.

Результатом совместной работы Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета с ОАО «КнААПО» явилось создание опытно-промышленной модели высокоскоростного внутришлифовального

шпиндельного узла с газомангнитными опорами для внутришлифовальных станков.

Конструкция высокоскоростного внутришлифовального шпинделя к шлифовальному станку мод. 3А228 показана на рисунке.



Конструкция высокоскоростного внутришлифовального шпинделя:

- 1 – цанговый захват; 2 – газомангнитный подшипник; 3 – втулка; 4 – корпус; 5 – шпиндель; 6 – газостатический подшипник; 7 – рабочее колесо турбины; 8 – сопловой аппарат турбины; 9 – регулятор предельной частоты вращения; 10 – входное устройство; 11 – пусковой клапан; 12 – магнитопровод; 13 – соленоид

Корпус ШУ изготовлен длиной 310 мм с внутренним диаметром 70 мм. В нем имеются сверления для подвода сжатого воздуха к газовым подшипникам. Отвод воздуха осуществляется через отверстие диаметром 5 мм. В верхней части со стороны входного устройства размещено окно для отвода отработавшего в турбине воздуха.

Шпиндель длиной 400 мм при диаметре 50 мм изготовлен из стали 38ХМЮА с азотацией на глубину 0,4 мм, твердость HRC 50-55. Он обладает стабильностью размеров, коррозионно устойчив. В его переднем торце выполнено осевое сверление для установки цангового зажима, которым крепится шлифовальный круг. В задней части заодно со шпинделем выполнена пята упорного газового подшипника. На противоположном конце шпинделя сделано сверление для установки крестовины и штока регулятора предельной частоты вращения, а также имеется резьба для крепления рабочего колеса турбины диаметром 70 мм.

ШУ имеет два опорно-упорных подшипника: передний газомангнитный и задний газостатический. Во вкладышах подшипников предусмотрены шпоночные пористые ограничители расхода газа шириной 5 мм и длиной 40 мм, которые размещены в кольцевой ряд в количестве 6 вставок. Вкладыш подшипников изготовлен из бронзы Бр010.

Из условия обеспечения максимальной несущей способности зазор между шпинделем и вкладышами подшипников составляет 35 мкм. В переднем подшипнике установлены магнитопроводы шириной 6 мм и длиной 40 мм. Один опорный подшипник в газостатическом режиме работы способен выдерживать нагрузку около 180 Н при относительном эксцентриситете $\epsilon = 0,5$ и избыточном давлении 5 МПа. Передняя газомангнитная опора способна воспринимать радиальную нагрузку до 450 Н. В качестве системы управления используются ПИД-регуляторы с датчиками положения шпинделя, выполненными на ферритовых полукольцах.

Осевое усилие воспринимается и передним, и задним подшипниками. Упорные гребни подшипников имеют 16 осевых питающих отверстий, расположенных в одном кольцевом ряду. Диаметр питателей 0,5 мм. Каждый подшипник несет осевую нагрузку около 60 Н.

Вкладыши опорно-упорных газовых подшипников фиксируются в общей втулке на посадочных местах клееванием. Для этой цели используется клей на основе эпоксидной смолы. Как показала практика – это соединение надежно в работе и простое по исполнению.

ШУ работает следующим образом. При подключении его к пневмосети и за-

крытом пусковом клапане сжатый воздух поступает только на опорно-упорные подшипники, что дает шпинделю возможность «всплыть». При подаче напряжения на выводы соленоидов создается дополнительная сила, которая притягивает шпиндель к соответствующему полюсу. С открытием пускового клапана воздух одновременно идет на подшипники и через сопловой аппарат на турбинное колесо, приводя во вращение шпиндель. Отработавший в турбине воздух выходит из ШУ через окно, а воздух из подшипников – через сквозное сверление диаметром 5 мм во втулке и корпусе.

При избыточном давлении воздуха 0,5 МПа шпиндельный узел имеет следующие технические характеристики:

Рабочая частота вращения шпинделя, мин^{-1}	30000
Быстроходность $d \times n$, мм/мин:	$1,5 \cdot 10^6$
Диаметр шлифуемого отверстия, мм	20–200
Длина шлифования не более, мм	200
Массовый расход сжатого воздуха, кг/с	$15 \cdot 10^{-4}$
Масса, кг	12

Эксплуатационные испытания показали надежную работу шпиндельного узла, отсутствие засаливания шлифовального круга и необходимости разогрева шпинделя. В результате испытаний образцов изделий диаметрами 25 и 40 мм, выполненными из стали 20Х13, получены следующие результаты: некруглость отверстий не более 0,8 мкм, волнистость – до 0,15 мкм, шероховатость поверхности R_a не более 0,06 мкм.

Список литературы

1. Космынин А.В., Виноградов В.С. Газовые подшипники высокоскоростных шпинделей металлообрабатывающего оборудования. – Владивосток: Дальнаука, 2002. – 326 с.
2. Космынин А.В., Щетинин В.С. Способ работы подшипникового узла и подшипниковый узел // Патент России № 2347960.2009. Бюл. №6.
3. Пуш А.В. Шпиндельные узлы. Проектирование и исследование. – М.: Изд-во «Станкин», 2000. – 197 с.

Рецензенты:

Козин В.М., д.т.н., профессор, главный научный сотрудник Института машиноведения и металлургии ДВО РАН, г. Комсомольск-на-Амуре;

Амосов О.С., д.т.н., профессор, зав. кафедрой информатики ФГОУ ВПО «Амурский гуманитарно-педагогический государственный университет», г. Комсомольск-на-Амуре
Работа поступила в редакцию 24.01.2011..