

периментальных [1, 2, 4] исследований газоманнитных опор и шпиндельных узлов, в состав которых входят такие подшипники. Установлено, что ГМО имеют грузоподъемность примерно в два раза больше, чем традиционные газостатические подшипники и обеспечивают точность вращения вала на 40...50% выше, чем у газовых опор.

#### Список литературы

1. Космынин А.В. Влияние размера магнитопровода на характеристики шпиндельного узла с газоманнитной опорой / А.В. Космынин, В.С. Щетинин, А.С. Хвостиков, А.В. Смирнов, С.С. Блинков // *Фундаментальные исследования*. – 2011. – № 12-1. – С. 129-132.
2. Космынин А.В. Стенд для исследования выходных характеристик шпиндельного узла на газоманнитных опорах / А.В. Космынин, В.С. Щетинин, Н.А. Иванова, А.С. Хвостиков, С.С. Блинков // *СТИН*. – 2010. – №5. – С. 8-10.
3. Космынин А.В., Щетинин В.С., Виноградов С.В. Комбинированная опора шпиндельного узла // *Фундаментальные исследования*. – 2007. – №12-1 – С. 83-84.
4. Космынин А.В., Щетинин В.С. Влияние магнитной силы в газоманнитных подшипниках на эксплуатационные показатели высокоскоростных шпиндельных узлов металлообрабатывающего оборудования // *Вестник машиностроения*. – 2010. – №5. – С. 24-25.
5. Космынин А.В., Щетинин В.С., Иванова Н.А. Применение магнитной силы в газостатических опорах высокоскоростных шпиндельных узлов // *Вестник машиностроения*. – 2009. – №5. – С. 19-21.
6. Космынин А.В., Щетинин В.С., Иванова Н.А. Шпиндельные узлы на газоманнитных опорах // *Фундаментальные исследования*. – 2008. – №10. – С. 76.
7. Космынин А.В., Щетинин В.С. Расчет несущей способности газоманнитных опор высокоскоростных шпиндельных узлов // *СТИН*. – 2010. – №9. – С. 6-8.
8. Космынин А.В., Щетинин В.С. Эксплуатационные показатели высокоскоростных шпиндельных узлов металлообрабатывающего оборудования с газоманнитными опорами // *Успехи современного естествознания*. – 2009. – №11. – С. 69-70.
9. Щетинин В.С., Космынин А.В. Математическая модель расчета несущей способности высокоскоростного шпиндельного узла на газоманнитной опоре // *Трение и смазка в машинах и механизмах*. – 2010. – № 8. – С. 31-35.

### ПЕРСПЕКТИВЫ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ

Космынин А.В., Чернобай С.П.

*Комсомольский-на-Амуре государственный  
технический университет, Комсомольск-на-Амуре,  
e-mail: avkosm@knastu.ru*

Высокоскоростная механическая обработка является одним из приоритетных направлений современной технологии изготовления деталей летательных аппаратов. Внедрение такой обработки в авиационную промышленность позволяет существенно повысить производительность труда при одновременном повышении точности обработки и качества изготовления самолетных деталей [4, 5]. Важным фактором успешной реализации высокоскоростной обработки являются виды опор, применяемых в шпиндельных узлах (ШУ) металлорежущих станков [3]. В настоящее время шпиндели металлорежущих станков устанавливают на опоры качения, что приводит к не-

стабильной траектории движения шпинделя, тепловым смещениям подшипниковых узлов, ограниченному ресурсу ШУ и т.д. Перечисленных недостатков лишены ШУ с подшипниками на газовой смазке. Газовые подшипники способны надежно работать при высокой и низкой температуре и влажности, их применение исключает загрязнение окружающей среды, уменьшает уровень шума и вибрации. Такие подшипники практически лишены износа, поэтому высокие показатели точности вращения шпинделя сохраняются практически весь срок эксплуатации станков [6]. Вопросы разработки, испытания и исследования высокоскоростных шпинделей с подшипниками на газовой смазке рассмотрены в целом ряде работ. При этом во всех представленных конструкциях ШУ использовались газовые опоры с дроссельными ограничителями расхода. Вместе с тем анализ подшипников с внешним наддувом газа показывает, что лучшие эксплуатационные характеристики имеют частично пористые газостатические опоры [7]. В Комсомольском-на-Амуре ГТУ проведен комплекс экспериментов по исследованию динамического положения шпинделей, работающих на газовых опорах с пористыми вставками и дросселями. Экспериментальные исследования выполнены с использованием автоматизированной системы, построенной на базе персонального компьютера. Результаты наблюдений одной из главных выходных характеристик ШУ – точности вращения шпинделя, позволили установить практическое отсутствие размытости его кривой подвижного равновесия, т.е. ось шпинделя двигалась по постоянной траектории, занимая стабильное положение в подшипнике. Количественная оценка результатов наблюдений показала на заметное снижение погрешности вращения вала, работающего на опорах с пористыми вставками.

В целом, комплекс экспериментальных исследований и теоретических расчетов [1, 2] показали, что использование газовых подшипников в металлорежущих станках позволяет исключить загрязнение окружающей среды, уменьшить уровень шума и вибрации, а значит иметь высокий уровень параметрической надежности шпинделя практически на весь срок эксплуатации станка.

#### Список литературы

1. Космынин А.В. О результатах экспериментальной проверки расчетных характеристик высокоскоростных шпиндельных узлов металлорежущих станков с частично пористыми газостатическими опорами / А.В. Космынин, В.И. Шаломов, И.Г. Суходоев, С.В. Виноградов // *Фундаментальные исследования*. – 2009. – №1. – С. 32-33.
2. Космынин А.В., Чернобай С.П., Виноградов С.В. Расчет частично пористых газовых подшипников высокоскоростных шпиндельных узлов // *Автоматизация и современные технологии*. – 2008. – №10. – С. 8-12.
3. Космынин А.В., Чернобай С.П. Оптимизация процессов высокоскоростной обработки // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. – 2012. – №4. – С. 94-95

4. Космынин А.В., Чернобай С.П. Повышение точности работы металлообрабатывающих станков при производстве деталей летательных аппаратов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2011. – №12. – С. 126-127.

5. Космынин А.В., Чернобай С.П. Совершенствование конструкций металлообрабатывающих станков при производстве деталей летательных аппаратов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – №4. – С. 104.

6. Космынин А.В., Шаломов В.И. Аэростатические шпиндельные опоры с частично пористой стенкой вкладыша // Современные проблемы науки и образования. – 2006. – №2. – С. 69

7. Космынин А.В., Шаломов В.И. Сравнение эксплуатационных характеристик шпиндельных узлов шлифовальных станков на газостатических опорах // Современные наукоемкие технологии. – 2010. – №9. – С. 103-104.

### ПРИМЕНЕНИЯ ИНСТРУМЕНТА ИЗ СВЕРХТВЕРДЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ АВИАЦИОННЫХ ДЕТАЛЕЙ

Космынин А.В., Чернобай С.П.

*Комсомольский-на-Амуре государственный  
технический университет, Комсомольск-на-Амуре,  
e-mail: avkosm@knastu.ru*

Решение проблемы создания новых летательных аппаратов (ЛА) тесно связано с созданием материалов, обладающих весьма разнообразными свойствами: жаропрочностью, жаростойкостью, прочностью, коррозионной стойкостью, которые насчитывают многие сотни марок сталей и сплавов.

В авиационных конструкциях находят широкое применение высокопрочные алюминиевые, магниевые и титановые сплавы. При выборе материала для элементов конструкции учитываются его механические свойства (предел прочности, текучести, модуль упругости, износостойкость, вязкость и др.); теплофизические и химические свойства (теплопроводность, коррозионная стойкость и др.), плотность; технологические свойства (пластичность, обрабатываемость резанием и др.), определяющие возможность применения наиболее производительных производственных процессов.

При изготовлении деталей и узлов самолетов из металлических материалов значительную трудоемкость (до 25-35% от общей трудоемкости изготовления изделий) составляют операции механической обработки на металлорежущих станках. Использование в конструкциях агрегатов самолета крупногабаритных монолитных деталей сложных форм из труднообрабатываемых материалов вызывает рост объема работ по механической обработке.

Применение в конструкциях ЛА высокопрочных и жаропрочных сплавов требует использования новых марок инструментальных материалов повышенной твердости, прочности, теплостойкости (красностойкости), высокой сопротивляемости износу.

В связи с этим большую актуальность приобретают задачи повышения эффективности

механической обработки, решение которых способствует снижению трудовых затрат, уменьшению эксплуатационных расходов, повышению производительности отдельных операций, автоматизации обработки сложных деталей ЛА.

Отметим, что эффективность механообработки зависит не только от совершенства станочного оборудования, но и от степени изученности физических явлений при резании. Наиболее приемлемым путем повышения точности и производительности, снижения объема доводочных работ и себестоимости изготовления деталей ЛА является применение высокоскоростной обработки инструментом повышенной теплостойкости, износостойкости и пластичности, что позволяет оптимизировать процесс механической обработки с учетом чистоты поверхности инструмента и механических свойств материала деталей с обеспечением их точности без доводочных работ.

Экспериментальные и теоретические исследования [1-3] позволили предложить эффективный метод применения режущего инструмента, оснащенного сверхтвердыми материалами. При этом в ряде случаев это позволит исключить доводочные операции, а также операции шлифования и существенно повысить производительность обработки закаленных деталей из авиационных материалов. Так на станках с ЧПУ за одну установку заготовки можно выполнить растачивание и обтачивание нескольких поверхностей, совместить обработку которых при шлифовании либо значительно сложнее, либо вообще невозможно. Сдерживающим фактором внедрения инструмента в производственный процесс является высокая стоимость инструмента. С этой целью нами даны некоторые рекомендации при использовании инструмента из сверхтвердых материалов для высокоскоростной обработки авиационных материалов [4, 5]. При разработке технологического процесса обработки с использованием инструмента из сверхтвердых материалов необходимо внимательно подходить к выбору режимов резания. Глубина резания обычно определяется припуском на чистовую обработку и, как правило, не лимитируется прочностью режущих пластин. Выбранная величина подачи должна обеспечить надежную работу инструмента и предотвратить выкрашивание и сколы режущих кромок пластин. Скорость резания необходимо назначать максимально допустимой, исходя из жесткости технологической системы и возможности оборудования. Режущую часть инструмента предпочтительно применять круглой и квадратной формы с максимально возможным углом заострения и наибольшим радиусом при ее вершине. Также необходимо применять инструмент с механическим креплением круглых и многогранных пластин, т.к. при этом исключается необходимость переточки и увеличивается