

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗАКАЛКИ БЫСТРОРЕЖУЩИХ СТАЛЕЙ

Космынин А.В., Чернобай С.П., Саблина Н.С.,  
Космынин А.А., Мавринский А.В.

ФГБОУ ВПО «Комсомольский-на-Амуре  
государственный технический университет»,  
Комсомольск-на-Амуре, e-mail: avkosm@knastu.ru

Перспективным, как показали исследования [1–14], является применение псевдооживленного слоя сыпучих материалов для интенсификации традиционных методов нагрева и охлаждения. Кипящий слой представляет собой гетерогенную систему, которая создается прохождением восходящего потока газа или жидкости через мелкий (0,05...2,0 мм) зернистый материал. Вначале газ фильтруется через неподвижный слой. Затем, при достижении определенной скорости, сопротивление слоя зерен течению газа становится равным весу насыпанного материала, и слой переходит в новое псевдооживленное состояние. Это состояние не совсем точно названо «кипящем слое»: пузырьки газа, проходя через слой, захватывают с поверхности частицы зернистого материала, тем самым образуют всплески, напоминающие кипящую жидкость. При этом он обретает свойства, характерные для жидкости: малую вязкость, текучесть, сохранение горизонтального уровня, переток в сообщающихся сосудах, подъемную силу и др. В этом состоянии система приобретает и новые теплофизические свойства. Насыпной зернистый материал – хороший теплоизолятор, а в псевдооживленном состоянии теплопроводность может превышать теплопроводность металлов. Характерная особенность кипящего слоя – это изменение гидродинамического состояния и тепловых свойств, что позволяет регулировать в нем процессы охлаждения и нагрева.

Исследование нагревающей способности кипящего слоя графитовых и коксовых частиц размером 0,2...0,4 и 0,8...1,2 мм проводили на опытно-промышленной печи.

Нагревающую способность слоя исследовали на цилиндрическом образце из быстрорежущей стали. Температуру в центре и на поверхности образца измеряли платино-родиевой термопарой. Полученные экспериментальные данные нагревающей способности псевдооживленного слоя углеграфитовых материалов и кварцевого песка показали, что интенсивность нагрева в нем соизмерима с нагревом в расплавах солей, а газовая атмосфера при псевдооживлении воздухом слабо окислительная при 600...800°C, при псевдооживлении азотом и нейтральными газами свыше 1000°C – нейтральная во всем диапазоне температур нагрева. Образцы, закаленные в кипящем слое и на воздухе, имеют меньшую деформацию, чем после закалки в масле. Трещинообразование во всех исследованных быстрорежущих сталях отсут-

ствует после закалки в кипящем слое кварцевого песка и изотермической закалки в селитре при 300°C. Экспериментально установлено, что при оптимальном нагреве под закалку при нормальной температуре отпуска и достаточной кратности приводит к увеличению твердости и максимальной теплостойкости быстрорежущие стали [15–22].

### Список литературы

1. Космынин А.В., Чернобай С.П. Влияние изотермической закалки на свойства режущего инструмента // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 5. – С. 74–75.
2. Космынин А.В., Чернобай С.П. Кинетика процесса разрушения образцов из быстрорежущих сталей по параметрам акустической эмиссии // Международный журнал экспериментального образования. – 2012. – № 4. – С. 26–28.
3. Космынин А.В., Чернобай С.П. Исследования влияния охлаждающих сред на свойства режущего инструмента // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 4. – С. 54–55.
4. Космынин А.В., Чернобай С.П. Перспективные технологии изготовления режущего инструмента // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 4. – С. 95.
5. Чернобай С.П., Саблина Н.С. Режущий инструмент для высокоскоростной обработки деталей летательных аппаратов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 2. – С. 54.
6. Космынин А.В., Чернобай С.П., Виноградов С.В. Повышение теплостойкости и износостойкости режущего инструмента для высокоскоростной обработки деталей // Успехи современного естествознания. – 2007. – № 12. – С. 129–130.
7. Чернобай С.П. Перспективные технологии производства летательных аппаратов // Авиационная промышленность. – 2006. – № 1. – С. 23–25.
8. Космынин А.В., Чернобай С.П. Аналитическая оценка методов нагрева под закалку режущего инструмента // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 5. – С. 74.
9. Космынин А.В., Чернобай С.П. Оптимизация процессов высокоскоростной обработки // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 4. – С. 94–95.
10. Космынин А.В., Чернобай С.П. Изотермическая закалка инструмента из быстрорежущих сталей // Современные наукоемкие технологии. – 2012. – № 9. – С. 46–47.
11. Космынин А.В., Чернобай С.П. Перспективы усовершенствования конструкций металлорежущих станков для обработки деталей авиационной техники // Современные наукоемкие технологии. – 2012. – № 9. – С. 66.
12. Космынин А.В., Чернобай С.П. Применение инструмента из сверхтвердых материалов для обработки авиационных деталей // Современные наукоемкие технологии. – 2012. – № 9. – С. 67.
13. Космынин А.В., Саблина Н.С., Чернобай С.П., Космынин А.А. Исследование влияния режимов термической обработки на свойства быстрорежущих сталей методом акустической эмиссии // Современные наукоемкие технологии. – 2012. – № 10. – С. 66–67.
14. Космынин А.В., Саблина Н.С., Чернобай С.П., Космынин А.А. Исследование эксплуатационных свойств инструмента из быстрорежущих сталей // Современные наукоемкие технологии. – 2012. – № 10. – С. 67–69.
15. Космынин А.В., Саблина Н.С., Чернобай С.П., Космынин А.А. Актуальность разработки высокоскоростных шпиндельных узлов металлорежущего оборудования для повышения качества продукции // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 10. – С. 113.
16. Космынин А.В., Саблина Н.С., Чернобай С.П., Космынин А.А. Перспективы высокоскоростной обработки деталей из авиационных материалов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 10. – С. 113–114.
17. Космынин А.В., Саблина Н.С., Чернобай С.П., Космынин А.А. Выбор и обоснование исследований но-

вых и усовершенствование существующих технологических процессов изготовления инструмента для высокоэффективной обработки резанием авиационных материалов летательных аппаратов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 10. – С. 114–115.

18. Космынин А.В., Чернобай С.П. Ресурсосберегающий подход повышения качества продукции // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 4. – С. 53–54.

19. Космынин А.В., Чернобай С.П. Повышение точности работы металлообрабатывающих станков при производстве летательных аппаратов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2011. – № 5. – С. 126–127.

20. Космынин А.В., Чернобай С.П. Перспективные технологии производства летательных аппаратов // Авиационная промышленность. – 2006. – № 1. – С. 23–25.

21. Космынин А.В., Чернобай С.П., Шаломов В.И. Прецизионные шпиндельные узлы внутришлифовальных станков для высокоскоростной обработки деталей ЛА // Авиационная промышленность. – 2006. – № 3. – С. 40–42.

22. Космынин А.В., Чернобай С.П. Анализ точности вращения высокоскоростных шпинделей с газостатическими опорами // СТИН. – 2006. – № 6. – С. 10–13.

### АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЯ КОНИЧЕСКИХ ГАЗОСТАТИЧЕСКИХ ОПОР МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

Космынин А.В., Саблина Н.С., Чернобай С.П.

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

В настоящее время на стадии проектировочных расчетов требуется создание таких узлов и элементов станков, которые бы в течение всего эксплуатационного периода обеспечивали требуемую точность изготовления деталей. Исследования [1–11] по оценке влияния различных факторов на точность обработки говорят, что ее до 80% определяет шпиндельный узел (ШУ). Поскольку движение формообразования осуществляется шпинделем и шпиндельными подшипниками, то именно они вносят решающий вклад в выходные характеристики металлообрабатывающих станков.

В механообрабатывающем производстве процесс работы ШУ на опорах качения сопровождается, в частности, нестабильной траекторией движения шпинделя и тепловыми смещениями подшипниковых узлов, что существенно влияет на точность изготовления деталей. Применение в конструкциях высокоскоростных ШУ гидростатических подшипников ведет к ограничению быстроходности шпинделя (из-за потерь на трение) и усложнению конструкции опорного узла. Шпиндели на электромагнитных опорах пока не нашли широкого применения вследствие сложности и высокой стоимости шпинделей и электронных систем управления. Таких недостатков лишены конические ШУ с подшипниками на газовой смазке.

Применение высокоскоростных конических ШУ на газовых опорах в условиях мелкосерийного и серийного производства по сравнению

с ШУ на опорах качения: большая долговечность, определяемая временем работы шпинделя при неизменном качестве обработки поверхности; улучшение качества шлифуемой поверхности, вследствие меньшей чувствительности шпинделя к дисбалансу; отсутствие времени для прогрева шпинделя; значительно меньший (в 4...5 раз) уровень вибрации; минимальный износ режущего инструмента [12–18].

Газовые опоры имеют и определенные недостатки, которые заключаются в относительно небольшой жесткости, несущей и демпфирующей способности смазочного слоя. Поэтому такие опоры применяют в малонагруженных ШУ, когда динамические нагрузки малы, а статические регламентированы.

Существенно улучшить выходные характеристики высокоскоростных конических ШУ с опорами на газовой смазке способны газостатические подшипники с частично пористой стенкой вкладыша. Результаты исследований эксплуатационных характеристик газостатических подшипников с частично пористой стенкой вкладыша легли в основу создания высокоскоростного конического шпиндельного узла [19–22].

#### Список литературы

1. Космынин А.В., Чернобай С.П. Влияние изотермической закалки на свойства режущего инструмента // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 5. – С. 74–75.

2. Космынин А.В., Чернобай С.П. Кинетика процесса разрушения образцов из быстрорежущих сталей по параметрам акустической эмиссии // Международный журнал экспериментального образования. – 2012. – № 4. – С. 26–28.

3. Космынин А.В., Чернобай С.П. Исследования влияния охлаждающих сред на свойства режущего инструмента // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 4. – С. 54–55.

4. Космынин А.В., Чернобай С.П. Перспективные технологии изготовления режущего инструмента // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 4. – С. 95.

5. Чернобай С.П., Саблина Н.С. Режущий инструмент для высокоскоростной обработки деталей летательных аппаратов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 2. – С. 54.

6. Космынин А.В., Чернобай С.П., Виноградов С.В. Повышение теплостойкости и износостойкости режущего инструмента для высокоскоростной обработки деталей // Успехи современного естествознания. – 2007. – № 12. – С. 129–130.

7. Чернобай С.П. Перспективные технологии производства летательных аппаратов // Авиационная промышленность. – 2006. – № 1. – С. 23–25.

8. Космынин А.В., Чернобай С.П. Аналитическая оценка методов нагрева под закалку режущего инструмента // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 5. – С. 74.

9. Космынин А.В., Чернобай С.П. Оптимизация процессов высокоскоростной обработки // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 4. – С. 94–95.

10. Космынин А.В., Чернобай С.П. Изотермическая закалка инструмента из быстрорежущих сталей // Современные наукоемкие технологии. – 2012. – № 9. – С. 46–47.

11. Космынин А.В., Чернобай С.П. Перспективы усовершенствования конструкций металлорежущих станков для обработки деталей авиационной техники // Современные наукоемкие технологии. – 2012. – № 9. – С. 66.

12. Космынин А.В., Чернобай С.П. Применение инструмента из сверхтвердых материалов для обработки ави-