

фитофильных видов рыб, а их проточный режим препятствует созданию заморных явлений. Исследования показали, что заказник «Заозерский» имеет не только большое значение в природоохранной функции наземных экосистем,

но и играет важную роль в сохранении рыбных ресурсов. Это связано с благоприятными условиями размножения и нагула рыб, а также прописанными в уставных документах охраняемой территории запрета на промысловый лов рыбы.

### *Технические науки*

#### *Секция «Проблемы энергетики, транспорта и морских технологий», научный руководитель – Космынин А.В., док. техн. наук, профессор*

#### **МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОЧНОСТИ ВРАЩЕНИЯ ШПИНДЕЛЯ НА ГАЗОСТАТИЧЕСКИХ ОПОРАХ**

Блинков С.С., Глазаткин С.С.

*Комсомольский-на-Амуре ГТУ,*

*Комсомольск-на-Амуре, e-mail: AvKosm@knastu.ru*

Высокоскоростная обработка (ВСО) материалов, является приоритетным направлением развития современной технологии машиностроения. Развитие промышленности предъявляет повышенные требования к технологическому оборудованию по производительности и точности. Исследования по оценке влияния различных факторов на точность обработки говорят, что её до 80% определяет шпиндельный узел [1]. В связи с этим одной из главных проблем в оценке работы шпинделя является текущий контроль точности вращения шпинделя. Шпиндельные узлы на газовой смазке используют в высокоточной обработке, поэтому в данном случае очень важно диагностирование положение шпинделя во время работы и определение оптимальных условий работы. Существуют несколько методов определения величины зазора. Наиболее подходят для контроля бесконтактные методы, одним из доступных методов, является пьезоэлектрический метод. Достоинством контроля состояния по сигналам вибрации является не только возможность получения информации о предполагаемом отказе машины к определенному моменту времени и планирования мер по предотвращению этого отказа, но также поступление ценной информации для последующего планирования и выполнения операций по техническому обслуживанию. Вибрационные измерения осуществляют с помощью датчиков, производящих аналоговый электрический сигнал, пропорциональный мгновенному значению ускорения, скорости или перемещения. Сигнал может быть записан для последующего анализа или отображен, например, на осциллографе. Для получения действительного значения измеряемого параметра вибрации выходное напряжение умножают на коэффициент преобразования измерительной цепи, включающей датчик, усилитель и устройство записи. Наиболее распространен анализ вибрации в частотной области, но часто полезным является представ-

ление сигнала как функции времени. Наиболее сложно диагностирование точности вращения при регистрации сигнала на некотором удалении от места его возникновения. При удалении места регистрации, согласно принципу Аббе погрешность возрастает в квадратичной последовательности. Обзор применяемых в настоящее время систем показал, что использование традиционных методов для прецизионной обработки затруднено. При исследовании точности вращения шпинделя снимают сигнал датчика, закрепленного на корпусе подшипника шпинделя. Сигнал, регистрируемый с помощью пьезоэлектрических датчиков серии BC110, поступает через анализатор спектра ZET017, включающий в себя блок аналоговой фильтрации, плату сбора данных, где происходит аналогово-цифровое преобразование, вычислительный центр. С помощью ЭВМ производится очистка сигнала с помощью вейвлет-преобразования и определяется амплитудная составляющая по разложению Фурье и/или вейвлет-преобразованию. Данные характеристики позволяют определить степень точности вращения шпинделя. При диагностике шпинделя на газостатической опоре невозможно установить датчик непосредственно на сам шпиндель. Наиболее близкое место – это корпус шпинделя. Место регистрации сигнала ВАЭ очень сильно влияет на достоверность принятого решения. Невозможность установки датчика в место возникновения сигнала обуславливает появление шумовой составляющей. Преобразование Фурье, с его бесконечно протяженным тригонометрическим базисом, хорошо подходит для анализа стационарных сигналов. Для нестационарного пьезоэлектрического сигнала необходимо определять момент времени, когда та или иная частотная характеристика внезапно изменилась. Поэтому базисные функции должны иметь конечную область определения. Как раз такими функциями и являются вейвлеты. Применение данного метода позволяет с точностью, сопоставимой с результатами лазерной интерферометрии, осуществлять непосредственно в процессе резания динамическую диагностику относительных перемещений инструмента и обрабатываемой детали, используя недорогие виброрегистрирующие датчики.

## Список литературы

1. Пуш А. В. Шпindelные узлы: Качество и надёжность. – М.: Машиностроение, 1992. – 228 с.:ил.

**ОБРАБОТКА ЛОПАСТЕЙ ТУРБИН  
ДЛЯ СУДОВОЙ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Блинков С.С., Линник А.В.

*Комсомольский-на-Амуре ГТУ,*

*Комсомольск-на-Амуре, e-mail: AvKosm@knastu.ru*

Изготовление лопастей турбин для судовой и энергетической промышленности – наиболее трудоёмкая работа, требующая особого внимания и умения. Поскольку долговечная и безопасная работа турбинных установок зависит от точности и качества изготовления всех деталей и узлов, входящих в её конструкцию, то особое внимание во многих отраслях промышленности уделяется доводочным и чистовым операциям. Механическая обработка охватывает область от удаления выступов, закругления острых краев, удаление жира, ржавчины и окалины с металлических деталей по всей длине до блестящей полировки металлических элементов. Для изготовления сложной геометрической поверхности лопаток турбомашин применяют фрезерные станки с числовым программным управлением.

На границе выхода фрезерного инструмента и поверхности обрабатываемого изделия образуются заусенцы, наличие которых в ответственных и быстроходных механизмах не допустимо. Поэтому возникает необходимость в сглаживании поверхностей и полировки лопастей турбин после станочной обработки.

В процессе длительной работы турбинных установок, возникает значительный износ поверхности рабочих лопаток, что связано с наличием агрессивных и абразивных включений в рабочей среде. Износ лопастей в значительной мере оказывает влияние на рабочие характеристики узла и на работоспособность механизма в целом, приводящий, в нередких случаях, к его выходу из строя. Когда речь идет о сложных деталях с высокими требованиями к качеству отделки поверхности, удаление заусенцев и подготовка поверхности могут производиться с использованием различных операций: шлифование, волочение, дробеструйная обработка и другие.

Но, как показала практика, применение сложного и громоздкого оборудования для доводочных операций не всегда оказывается экономически целесообразным. Большинство энергетического оборудования не допускает значительных простоев для проведения ремонтных операций.

Применение станочного оборудования, в нередких случаях, подразумевает демонтаж отдельных узлов оборудования для обработки, а, порой, и транспортировку их к месту обра-

ботки. Поэтому большинство ремонтных работ производится в месте расположения оборудования без демонтажа, либо с частичным демонтажем отдельных его деталей и узлов. Часто это происходит при помощи ручных операций. Прежде всего, качество шлифовки вручную целиком зависит от людей, выполняющих работу, и их физического и душевного состояния. Поэтому удаление заусенцев, шлифовка вручную обычно сопровождаются значительным количеством переделок или даже брака. Ручное удаление заусенцев с рабочей поверхности лопаток турбомашин, в большинстве случаев, заключается в многократном и трудоёмком процессе шлифования с использованием абразивных листов и кругов. Для обработки крупногабаритных лопаток турбомашин применяют ручные электрические машины с абразивными дисками. Для ремонта и обработки малоразмерных и ответственных лопаток турбинных колёс этот способ не является приемлемым. В таких случаях применяют ручное шлифование абразивными листами, что значительно увеличивает время простоя оборудования.

Для снижения трудоёмкости, повышения качества обработки поверхности деталей и повышения экономической эффективности процесса ремонта предлагается использовать вибробезопасные ручные пневмошлифовальные машины с бесконтактными подшипниками на газовой смазке. Применение такого типа шлифовальных машин в составе с качественным и современным абразивным инструментом, позволяет в значительной мере снизить периоды простоя оборудования при ремонте и повысить срок службы обрабатываемых деталей. Вибробезопасные высокоскоростные пневмошлифовальные машины – это новый класс ручных инструментов с улучшенными характеристиками и расширенными технологическими возможностями. Пневмошлифовальные машины неприхотливы к условиям работы – их можно использовать и в сильно загрязнённых, запылённых, загазованных помещениях, в помещениях со взрыво- и пожароопасной атмосферой и в тяжёлых климатических условиях [1]. Сразу же после включения машина готова к использованию. Оператору не нужны особые средства защиты. Его здоровью не угрожают вредные воздействия шума и вибрации. Машина предназначена для точных подгоночных работ; для обработки твёрдосплавных материалов; для доводки изношенных рабочих поверхностей деталей; для обработки стеклопластиков, углепластиков и других труднообрабатываемых материалов; для зачистки сварных швов; для разделки кромок под сварку; для фрезерования пазов различной конфигурации; для обработки заготовок после отливки.

Применение пневмошлифовальных машин позволяет повысить производительность и качество обрабатываемой поверхности при