

## ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник по композиционным материалам / под ред. Дж. Любина. – М.: Машиностроение, 1988. – 448 с.
2. Carbon-Carbon Materials and Composites / J.D. Buckley & D.D. Edie eds. – Noyes Publications (USA), 1993. – 281 p.
3. Morgan, P. Carbon fibers and their composites / P. Morgan. – Taylor & Francis, 2005. – 1131 p.
4. Lundgren, M. Wetting of Water and Water/Ethanol Droplets on a Non-Polar Surface: A Molecular Dynamics Study / M. Lundgren, N.L. Allan, T. Cosgrove, N. George // Langmuir. – 2002. – Vol. 18, No.26. – P. 10462–10466.

УДК 621.9

Федорцев В.А.

### **ОСОБЕННОСТИ КОМБИНИРОВАННОГО РОТАЦИОННОГО ИНСТРУМЕНТА С ДАТЧИКОМ ДИАГНОСТИКИ ЕГО РАБОТЫ**

*БНТУ, г. Минск*

Контроль виброустойчивости всех режущих инструментов в практике металлообработки осуществляется путем регистрации параметров вибрации, которая возникает в процессе их работы. Для диагностики таких инструментов обычно ограничиваются измерением одного или нескольких параметров вибраций, а именно: частота колебаний, амплитуда, ускорение и др.

Особенно важно производить такую акустическую диагностику для комбинированного ротационного инструмента, который обеспечивает высокопроизводительное и экономичное получение шероховатостей поверхности в пределах  $Ra = 2,5-0,63$  мкм. Поэтому основной задачей, которая должна решаться при создании таких инструментов, является обеспечение безвибрационных (устойчивых) режимов обработки деталей,

то есть производя регистрацию колебаний их рабочей части в процессе обработки.

Комбинированные ротационные инструменты – это высокоточные и сравнительно сложные конструкции. Весьма высоки у них требования к биению режущей кромки (сотые доли миллиметра), к углам заточки и установки инструмента, к сборке подшипникового резцового узла. Всевозможные отклонения от указанных требований могут привести при работе инструмента к вибрации, ухудшению качества поверхности и даже разрушению режущей части.

Особенностью указанных комбинированных ротационных инструментов является то, они включают в себя режущий элемент – чашечный резец и установленный внутри его деформирующий элемент – шар, где каждый из рабочих элементов по-своему влияет на колебания рабочей части инструмента и для оценки этого влияния в процессе работы, особенно на этапе определения оптимальных режимов обработки весьма необходима акустическая диагностика такого инструмента.

Недостатком известного способа регистрации колебаний ротационного режущего инструмента является значительное удаление датчика колебаний (ускорений) от зоны обработки, который устанавливался на нерабочем торце вращающегося шпинделя ротационного резца. Для устранения этого недостатка предлагается использовать в качестве датчика колебаний ротационных режущих инструментов и, в частности, такого рода комбинированных инструментов, кольцевой дисковый пьезоэлемент, который устанавливается в рабочей части шпинделя ротационного резца и максимально приближен к зоне резания, что позволит получить более достоверную информацию о динамических характеристиках процесса обработки.

Колебания рабочей части шпинделя резца при обработке будут преобразовываться пьезоэлементом в электрические

сигналы, которые затем снимаются с пьезоэлемента, вращающегося вместе со шпинделем с помощью специальных токо-съемных контактов.

На рисунке 1 показана конструкция такого комбинированного ротационного инструмента с описанным датчиком для акустической диагностики его работы.

Вращающийся чашечный резец 1, выполненный из быстрорежущей стали Р18 или твердого сплава ВК6 (или Т15К6), закреплен на пустотелой втулке 7, специальной резьбовой втулкой 2 со шлицами под ключ. Для надежного крепления резца втулка 2 имеет коническую посадочную часть, соответствующую конической фаске в чашечном резце. Кроме того, резьбовая втулка своей внутренней поверхностью служит одновременно и как направляющая для деформирующего элемента – шара 3 из стали ШХ15, который установлен на опору 4 с рабочей частью из твердого сплава, выполненной путем напайки или наплавки. Скос на опоре выбирается из условия обеспечения перпендикулярности плоскости опоры к направлению действия суммарной силы, воздействующей на шар со стороны обрабатываемой детали. Шары, используемые в качестве накатного элемента – стандартные тела качения шарикоподшипников.

Направляющая втулка 23 опоры шара, установленная в игольчатый подшипник 6 и закрепленная гайкой 22 в отверстии резьбовой крышки 21, позволяет регулировать положение рабочей поверхности опоры для обеспечения ее перпендикулярности к направлению суммарной силы, действующей на шар в процессе обработки. Это обеспечивается возможностью поворота втулки со стороны гайки 22 на определенный угол вместе с опорой при сохранении соосности опоры с чашечным резцом, который не изменяет при этом своей установки по отношению к детали.

Регулировка положения шара при настройке для обработки обкатыванием осуществляется винтом 25 с контргайкой 24 и плунжером с пружиной 18, связанной с опорой, поворачиванию

которой при регулировке препятствует шпонка 5. Конечное положение шара во втулке 2 определяется зачеканенной шлицевой частью втулки.

Установка пустотелой втулки 7 в стакане 13 с радиально-упорными подшипниками качения (скольжения) 17 производится после узловой сборки пустотелой втулки вместе с игольчатыми подшипниками 6 и кольцевым дисковым пьезоэлементом 8.

Регулировка зазоров в подшипниках качения осуществляется круглыми гайками 19, 20 после установки пустотелой втулки в подшипниках. От попадания стружки и смазочно-охлаждающей жидкости из рабочей зоны надежно предохраняет уплотнительное резиновое кольцо 10, закрепленное в крышке 12.

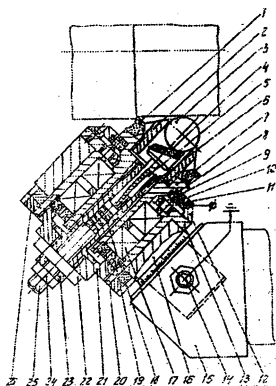


Рисунок 1 – Комбинированный ротационный инструмент с датчиком для акустической диагностики

Стакан с подшипниками надежно крепится гайками 26 в съемной рабочей головке 16 с лимбом на цилиндрическом хвостовике, который входит в посадочное отверстие державки 15, закрепленной постоянно в резцедержателе станка, под углом к ее оси и крепится после установки головки по лимбу на требуемый условиями обработки угол с помощью болтов.

Кольцевой дисковый пьезоэлемент (датчик) 8 надежно крепится на пустотелой втулке 7, чтобы обеспечить хороший акустический контакт металлизированной плоской поверхности пьезоэлемента с буртиком втулки. Вторая металлизированная плоскость касается шариковых токосъемников II, установленных в стакане 13 в специальные пластмассовые стаканчики 9, которые изолируют токосъемники от стакана 13 и, соответственно, от корпуса инструмента.

Надежность контакта шариковых токосъемников с плоскостью пьезоэлемента обеспечивается одновременно с затяжкой пустотелой втулки 7 в подшипниках. Крышка 12 с уплотнительным резиновым кольцом 10 предохраняет электрические контакты от попадания в них металлической стружки и смазывающе-охлаждающей жидкости из зоны обработки. Токосвод к электрическим токосъемникам осуществляется с помощью проводников, протянутых в отверстие крышки.

Второй электрод кольцевого дискового пьезоэлемента через пустотелую втулку имеет постоянный электрический контакт с корпусом державки инструмента 15, к которой подсоединен с помощью болта 14 второй вывод измерительного прибора. Для обеспечения безопасности работы этот вывод необходимо заземлять. Предварительная тарировка этого узла регистрации колебаний инструмента производится с помощью пьезоэлектрического акселерометра типа 43-44 фирмы «Брюль и Кьер», который позволяет регистрировать уровни ускорения вибрации в широком диапазоне частот от 5 Гц до 40 кГц с точностью – 5%.

Разработанная конструкция комбинированного ротационного инструмента с датчиком диагностики его работы позволяет производить оценку динамических характеристик процесса финишной металлообработки, корректировку его технологических режимов и, благодаря этому, повысить качество поверхностных слоев деталей.