

мить временные, финансовые затраты, а использование моделей для инженерных расчетов и генерации программ для станков с ЧПУ позволяет совершенствовать качество выпускаемой продукции.

В конечном итоге внедрение прогрессивных технологий проектирования обеспечит возможность выхода белорусских предприятий на мировой рынок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Альбом заданий для выполнения сборочных чертежей: Учебное пособие для вузов / Под ред. В.В. Рассохина. – 2-е изд. перераб и доп. – М.: Машиностроение, 1974. – 72 с.

2. Эффективное трехмерное проектирование машиностроительных изделий. Буклет Autodesk Inventor Series. CADmaster, 4'2004. – 24 с.

УДК 621.9.01

Сокол В.А.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Драган А.В.

АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ РЕЗАНИИ, МЕТОДЫ И СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

Характерные черты развития современного машиностроения – это автоматизация технологических процессов, широкое внедрение робототехники, высокая производительность труда. Среди различных технологий, применяемых в машиностроении, обработка резанием является одним из основных методов получения деталей машин. Это обуславливает необходимость развития и внедрения средств автоматизации, непосредственно связанных с процессом резания, в том числе контроля и мониторинга технического состояния режущих инструментов и элементов станочных систем. Своевременный вывод из работы режущего инструмента позволяет не допустить поломки, что приводит к экономии инструментального материала при переточке и увеличению срока службы режущего инструмента. В результате достигается экономия материальных ресурсов, что является важным в современном машиностроении, и, в конечном счёте, позволяет повысить конкурентоспособность выпускаемой продукции.

Существует множество методов контроля работоспособности режущего инструмента. Все эти устройства различаются по объекту контроля, в роли которого может выступать режущий инструмент, обрабатываемая деталь, стружка или параметры процесса резания.

В проводимых исследованиях в качестве метода оценки состояния режущего инструмента используется косвенный контроль элементов станочных систем и режущего инструмента, основанный на определении уровня и закономерностей изменения таких параметров процесса резания, как силы резания и вибрации, возникающие в процессе обработки. Выбор последних в качестве контролируемых параметров обуславливается тем, что изменение именно этих величин позволяет с достаточно высокой достоверностью судить об изменении состояния как режущего инструмента, так и технологической системы в целом [1, 2, 3, 4].

Благодаря тесному сотрудничеству специалистов БрГТУ и БГУ, в качестве средства для проведения исследований динамических явлений в технологических системах разработан аппаратно-программный комплекс. Благодаря своим технико-метрологическим характеристикам и ряду его оригинальных функций по обработке измерительных сигналов, комплекс позволяет осуществлять комплексную диагностику оборудования и детальное изучение процессов, происходящих в инструментальных и станочных системах при обработке резанием.

Система представляет собой компактный измерительный модуль, выполненный на современной элементной базе и работающий под управлением компьютера. Комплекс

позволяет проводить точные измерения по 4 независимым каналам параметров виброускорений и сил резания. На рисунке 2 представлено окно программной системы с графическим отображением процессов изменения силы резания и виброускорений при токарной обработке.

Благодаря современным программным средствам, комплекс позволяет производить обработку результатов измерений по оригинальным алгоритмам и производить запись результатов измерений и обработки данных в память компьютера. В частности, программные средства позволяют производить спектральный анализ процессов с различной шириной полосы в натуральных и логарифмических единицах, определять СКЗ и его изменение в течение всей длительности измерения, производить трехмерное время-частотное представление колебательных процессов при резании с использованием преобразования Габора с высоким разрешением по частоте и другие виды обработки.

В качестве первичных измерительных преобразователей для измерения вибраций

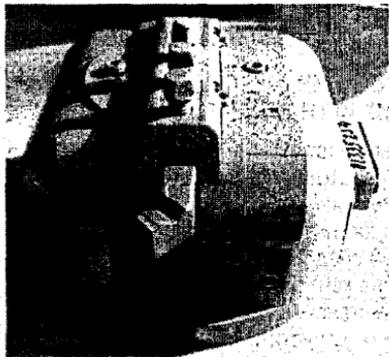


Рисунок 1 – Общий вид универсального динамометра СУПР-600

использовались пьезоэлектрический акселерометр модели AP-98. Для измерения сил резания применялись тензометрические резисторы с номинальным сопротивлением 100 Ом, соединенные в мостовую схему. Данные измерительные преобразователи установлены в универсальном динамометре СУПР-600, который был адаптирован для работы с имеющимся контрольно-измерительным комплексом (рис. 1). Он позволяет измерять составляющие силы резания при точении, фрезеровании, шлифовании, осевую силу и крутящий момент при сверлении, зенкерования, развертывании, нарезании резьбы метчиком и рассчитан на максимальное значение P_z , равное 6 кН.

Исследования производились на станке 16K20 при обработке заготовки из стали 35 при различных режимах резания.

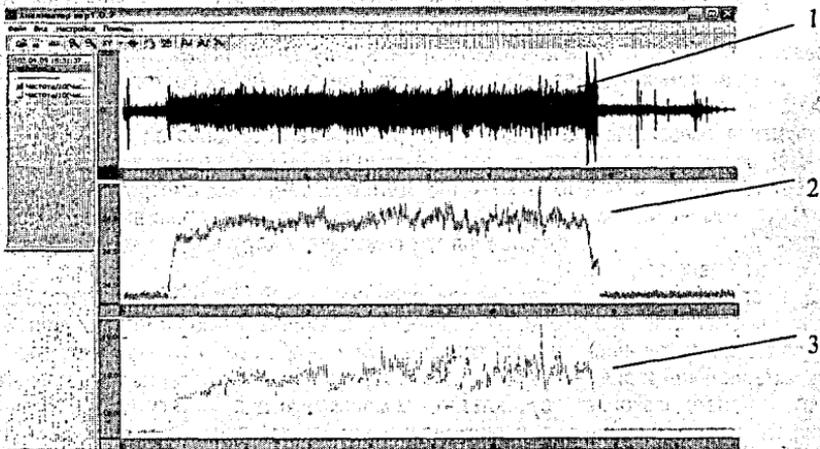


Рисунок 2 – Общий вид сигналов, полученных при предварительных исследованиях: 1 – сигнал вибрации, измеряемый виброакселерометром AP-98; 2 – сигнал, соответствующий составляющей силы резания P_z ; 3 – сигнал, соответствующий составляющей силы резания P_y

Получаемые характеристики чётко отражают качественную картину нагружения инструмента при механической обработке, его входа в контакт с заготовкой и выхода из него, а также резания в установившемся режиме работы. Так, например, на участке установившейся работы на сигналах зафиксированы колебания силы и вибраций, вызванные явлением образования и срыва нароста, сопровождающимся периодическим изменением переднего угла инструмента, что приводит к соответствующему изменению условий резания и возникающих при этом сил и вибрационной активности. По результатам исследований была разработана программа, позволяющая оперативно определять эмпирические формулы и составляющие в них для расчёта сил резания.

Учитывая высокую чувствительность сигналов вибрации к изменению состояния режущего инструмента в результате изнашивания рабочих поверхностей, был проведён ряд опытов путём моделирования износа режущего инструмента. Сопоставляя сигналы 1 и 2, полученные в результате исследований (рисунок 3) было определено, что с ростом площадки износа на задней поверхности инструмента возрастает амплитуда высокочастотных колебаний, что подтверждает имеющиеся теоретические предпосылки [3].

Используя возможности программных средств, при помощи преобразования Фурье существует возможность построения спектров сигналов вибрации, позволяющих оценить уровень амплитуды колебаний на определённой частоте.

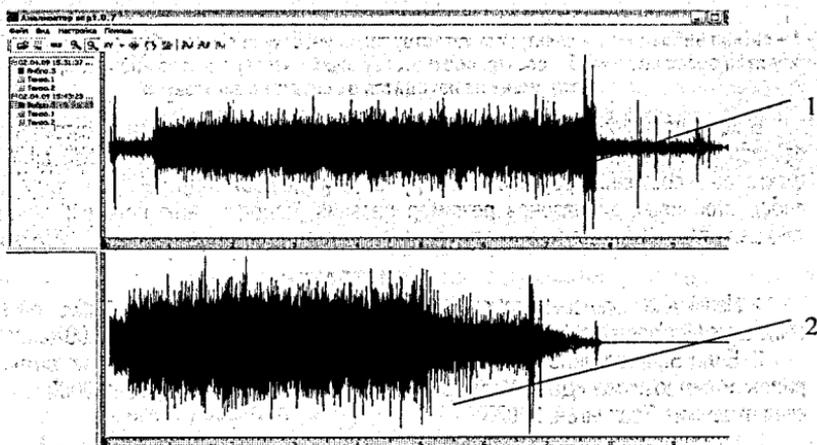


Рисунок 3 – Изменение характера колебаний при затуплении инструмента:

1 – характер колебаний при обработке острым инструментом;

2 – характер колебаний при обработке инструментом с образовавшейся площадкой износа

Так, на рисунке 3 изображены спектры, один из которых (спектр 2) отображает колебания как инструмента при резании, так и колебания, которые создаются различными элементами технологической системы. Спектр 3 отображает частоты и амплитуду колебаний, создаваемых приводом станка. Сопоставляя приведённые спектры, представляется возможность проводить анализ составляющих вибрации, связанных непосредственно с процессом резания.

Помимо этого, произведенные исследования процесса резания на токарном станке позволили накопить экспериментальную базу для формирования диагностических признаков состояния инструмента в результате его износа и повреждения. Также изменение режимов резания в различных комбинациях позволило установить частотные и амплитудные закономерности процесса наростообразования; а также установить режимы, на которых эти колебания при установившейся работе минимальны.

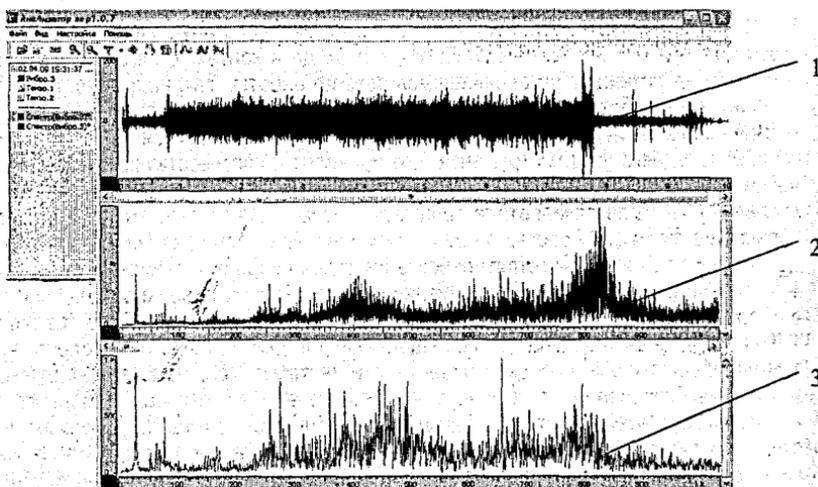


Рисунок 4 – Спектры колебаний при нагруженном и ненагруженном инструменте:
 1 – сигнал вибрации; 2 – спектр, соответствующий участку сигнала вибрации, на котором происходит процесс резания; 3 – спектр, соответствующий участку сигнала вибрации, на котором инструмент не находится в контакте с заготовкой

В ходе дальнейших исследований с применением новых возможностей аппаратно-программных средств предполагается расширить знания о взаимосвязи динамических факторов и состояния режущего инструмента и предоставить рекомендации по выбору виброустойчивых диапазонов режимов резания, недопущению поломки, замене работающей пластины или всего инструмента, корректировке управляющей программы [4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Hennik Akesson Active control of vibration and analysis of dynamic properties concerning machine tools / Blekinge Institute of Technology, Licentiate Dissertation Series N 2007:04. – 2007.
2. Билл Б., Госсвайлер К., Кирххайм А., Оттер Д. Пьезоэлектрические датчики: материалы 9 симпозиума «Датчики и сбор данных измерения», 4-6 июня 2002 г. / Техническая академия Есслинген, 2002.
3. Kosmol J. Automatyizacja obrabiarec i obrobki skrawaniem. – Warszawa: WNT, 2000.
4. Ящерицын П.И. [и др.]. Теория резания. – Мн.: Новое знание, 2006.
5. Драган А.В., Стецко И.П., Ромашко Д.А., Левкович Н.В. Новые аппаратно-программные средства для исследования и диагностики механических систем // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2006. – № 4. – С. 17-26.

УДК 621.91.002

Мелещук М.В.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Медведев О.А.

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ БАЗ ДЕТАЛЕЙ КАК ОСНОВА ЕГО АВТОМАТИЗАЦИИ

Точность изготовления и сборки изделия, а, следовательно, его надежность и качество в значительной степени определяются грамотностью и обоснованностью выбора технологических баз механической обработки деталей. От выбора технологических баз,