Применение пакета Power Graph для исследования процесса резания

Девин Л. Н., Сулима А. Г.,
Институт сверхтвердых материалов им. В. Н. Бакуля НАН Украины, г.Киев

Ни одного сложного изделия сегодня не изготовить без механической обработки. Резание представляет собой сложный процесс взаимодействия режущего инструмента и обрабатываемой заготовки. Производительность процесса резания зависит от многих параметров, которые необходимо контролировать и поддерживать оптимальными на протяжении всего времени эксплуатации. Среди них силы резания, температура, вибрации и т. д. Эти параметры зависят от многих факторов и заранее их предугадать нельзя. Изменение одного из параметров может привести к разрушению резца, браку дорогостоящей детали или поломке станка. Существующие датчики (первичные преобразователи) позволяют при резании получить информацию о каждом из параметров в виде электрического сигнала, но их необходимо параллельно записывать и анализировать, что возможно только при использовании средств автоматизации.

Проблема автоматизации исследования процессов резания заключается в необходимости записи информации от нескольких датчиков одновременно, как минимум, это три составляющие силы резания, температура, вибрации, акустическая эмиссия и т. д. Это требует использования многоканальной измерительной системы. Кроме того, процесс резания является быстропротекающим, а значит, для записи таких сигналов нужны быстродействующие аналого-цифровые преобразователи (АЦП). Кроме того, создавать и работать на таких измерительных системах будут не программисты, которые могут написать специальное программное обеспечение для передачи данных с АЦП и записи их на компьютер, а инженеры-механики. Путь решения проблемы - использовать универсальное программное обеспечение, которое подходило бы для такой автоматизированной системы. Одно из таких решений было реализовано в программном продукте PowerGraph фирмы ООО "Интероптика-С", Россия.

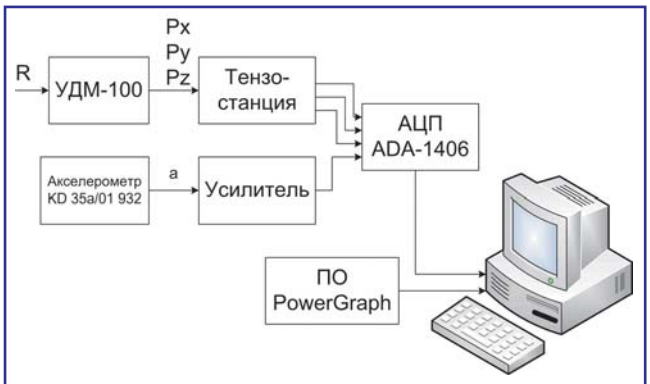


Рис. 1. Блок-схема автоматизированной измерительной системы

Для исследования нестационарных процессов при точении в Институте сверхтвердых материалов им. В. Н. Бакуля НАН Украины была разработана автоматизированная измерительная система, блок-схема которой приведена на рис. 1.

Автоматизированная система состоит из 3-компонентного динамометра УДМ100, тензостанции "Топаз", акселерометра KD 35a немецкой фирмы Metra Mess und Frequenztechnik, разработанного нами согласующего усилителя и АЦП ADA 1406 фир-

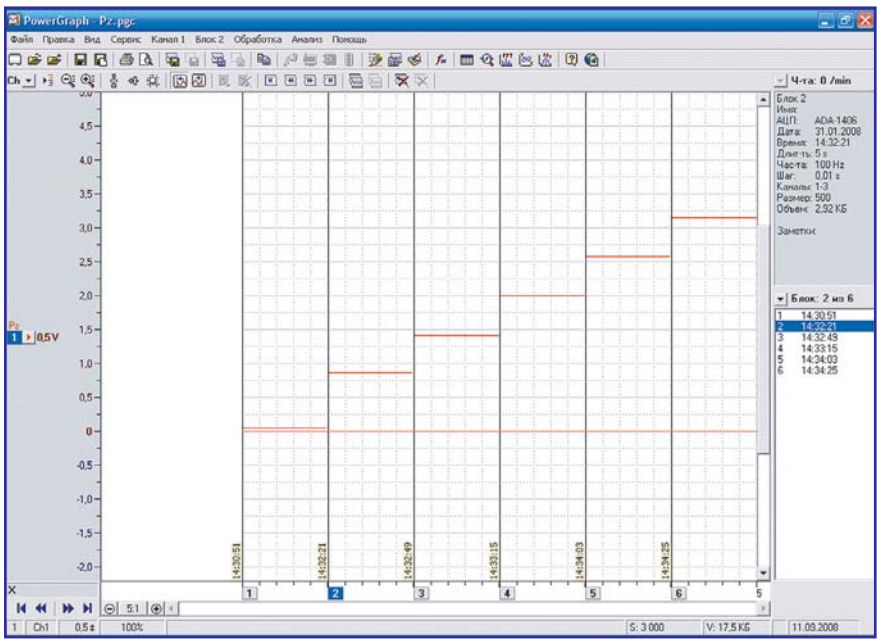


Рис. 2. График градуировочных данных для силы Pz

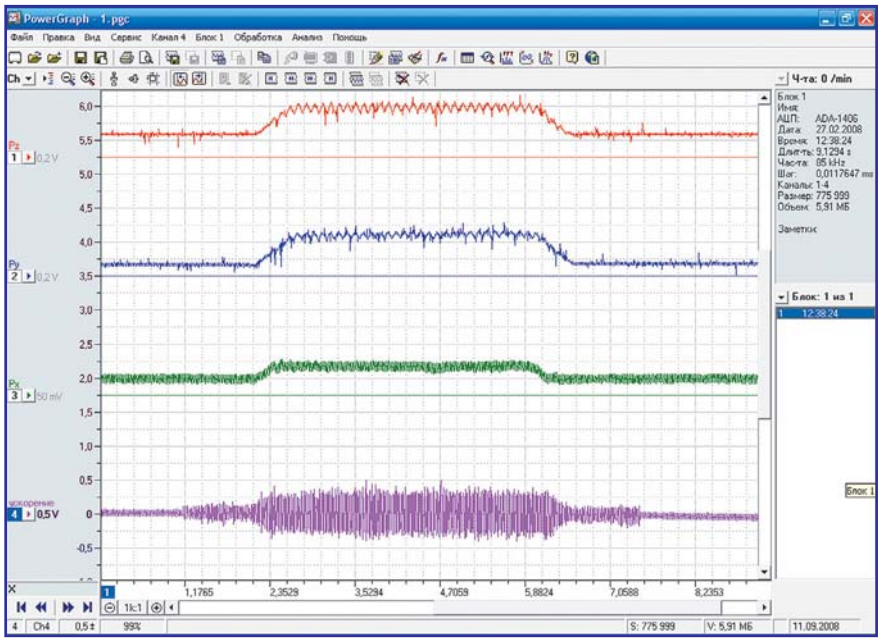


Рис. 3. Графическое отображение результатов

мы ООО "ХОЛИТ Дэйта Системс", Украина. Управление АЦП осуществляли в программном пакете PowerGraph. Этот пакет в комплекте с платой АЦП позволяет записывать сигнал по восьми дифференциальным каналам с частотой опроса от 1Гц до 350 кГц.

Градуировку измерительных каналов также проводили с использованием пакета PowerGraph. Для этого нагружали динамометр по одной из составляющих *Px*, *Py* или *Pz* эталонной силой *P* и записывали напряжение по каждому каналу, соответствующего силе. Градуировочные данные для составляющей силы *Pz* показаны на рис. 2. Видно, что сигнал состоит из шести блоков. В первом блоке представлен сигнал при отсутствии нагрузки. Это дало информацию о смещение нуля по тензоизмерительному каналу. Во втором блоке напряжение соответствовало нагрузке 100 Н, в третьем - 200 Н, четвертому - 300 Н и так далее до 500 Н.

Пакет PowerGraph позволил облегчить дальнейшую статистическую обработку данных. Для этого каждый блок имел фиксированную длину во времени, а значит и одинаковое количество точек в массиве данных. Это было сделано с помощью стоп-триггера в меню синхронизации, который был настроен на выключение опроса по истечение 5 секунд. После проведения градуировки, не выходя из PowerGraph, вычисляли градуировочные коэффициенты для каждого канала, которые имели размерность Н/В. Применение пакета PowerGraph позволило сократить время градуировки в 10 раз и увеличить точность измерений на 20%.

Исследование процесса резания заключалось в проведении серии экспериментов с изменяющейся глубиной, скоростью резания и подачи. Графическое представление данных в PowerGraph приведено на рис. 3.

Оператор имел возможность наблюдать за процессом резания на экране компьютера в реальном времени и после окончания эксперимента записывать на жесткий диск не только результаты, но и настройки каналов.

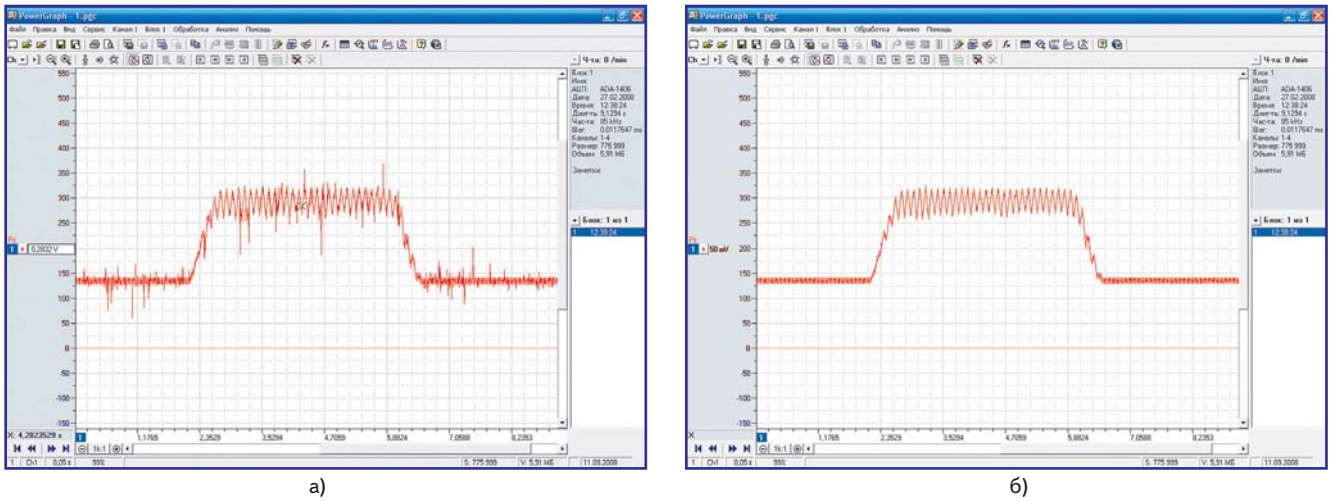
Предварительную обработку результатов также проводили в среде программы Power Graph. Данные канала сил фильтровали от случайных выбросов с помощью "NoiseFilter". Пример обработки сигналов приведен на рис 4, из которого видно, что фильтрация в PowerGraph была очень эффективна и заняла не более 10с.

С помощью калибровки (меню "Обработка", функции, Data, Calibrate) сигнал программно смещали для исключения систематической погрешности тензоусилителя, и умножали на определенный заранее градуировочный коэффициент. Так получили графики изменения сил резания непосредственно в Ньютонах (рис. 5).

Двойное использование опции "Magnitude" (корень из суммы квадратов) в меню обработки, позволило рассчитать равнодействующую силу R в каждой точке графика:

$$R = \sqrt{P_x^2 + P_y^2 + P_z^2}$$

Затем весь график сил разделяли блоками на этапы врезания, установившегося резания и выхода инструмента (рис. 6). Каждый блок отдельно сохраняли в виде текстового файла, что особенно удобно для дальнейшей обработки в среде Mathcad. Также до-



а) б)

Рис. 4. Сигнал силы резания Pz до NoiseFilter а) и после б)

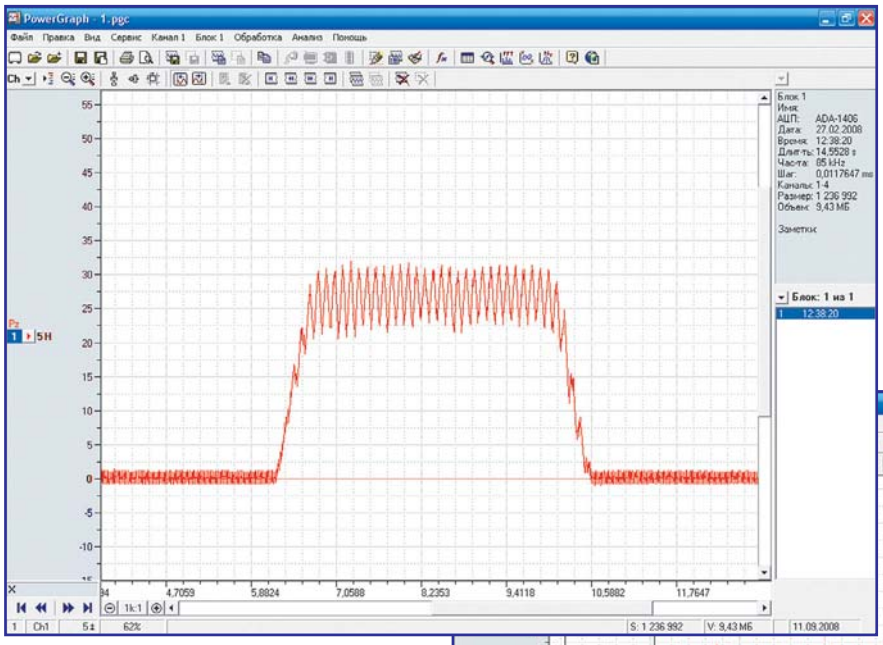


Рис. 5. График изменения сил резания в реальных единицах в окне PowerGraph

бавляли комментарии с описанием особенностей проведенного эксперимента. Одновременное разделение всех опрашиваемых каналов позволило выделить из всего спектра сигнал от датчика ускорения, сигнал касающийся момента врезания, установившегося резания и выхода инструмента.

Отдельным этапом производилась обработка сигнала от датчика ускорения (акселерометра). На участке без резания определяли амплитудно-частотную характеристику (АЧХ) шумов технологической системы (рис. 7). Для этого воспользовались возможностью анализа спектра выделенного участка в меню "Анализатор спектра".

Информация о шумах, позволила отфильтровать полученный сигнал перед сохранением в текстовом файле для дальнейшего численного интегрирования. После двойного численного интегрирования ускорения определяли амплитуду колебаний режущего инструмента.

В данной статье показан пример использования универсального программного продукта PowerGraph как одного из компонентов автоматизированной измерительной системы для исследования нестационарных процессов при точении. Использование пакета PowerGraph в ИСМ им. В. Н. Бакуля НАН Украины показало его перспективность для автоматизации экспериментальных исследований сложный объектов. Интуитивно понятный интерфейс очень сократил этап изучения программного продукта, а наличие огромного количества встроенных функций позволило решать задачи по предварительной обработке полученных экспериментальных данных не выходя из пакета PowerGraph.

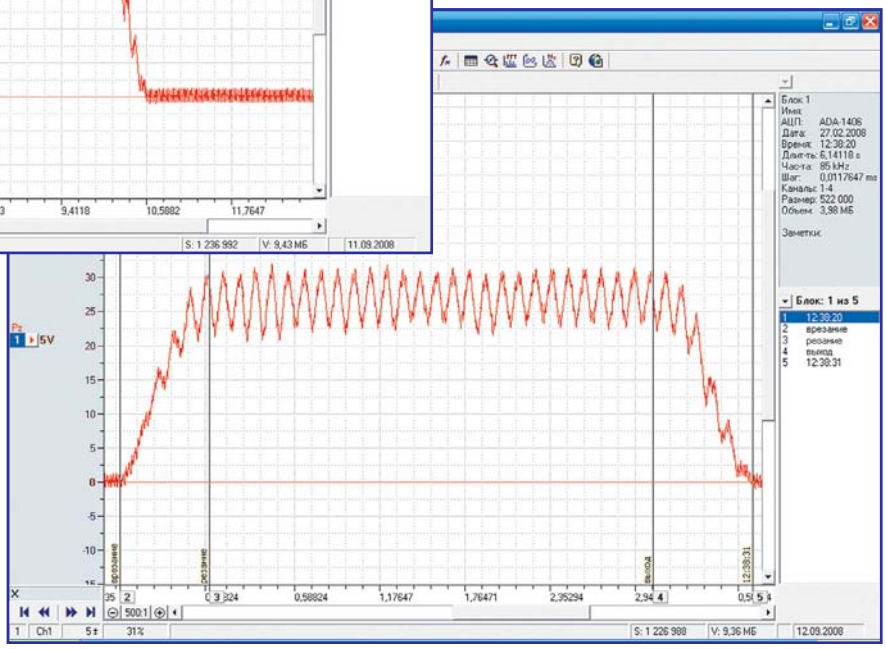


Рис. 6. Разбивка графика сил на этапы врезания, установившегося резания и выхода инструмента

Кроме проведения плановых исследовательских работ по тематикам ИСМ с применением PowerGraph было разработано несколько лабораторных работ для студентов старших курсов НТУУ "КПИ" и НАУ, которые успешно были выполнены в течение 2006 -2008 гг.

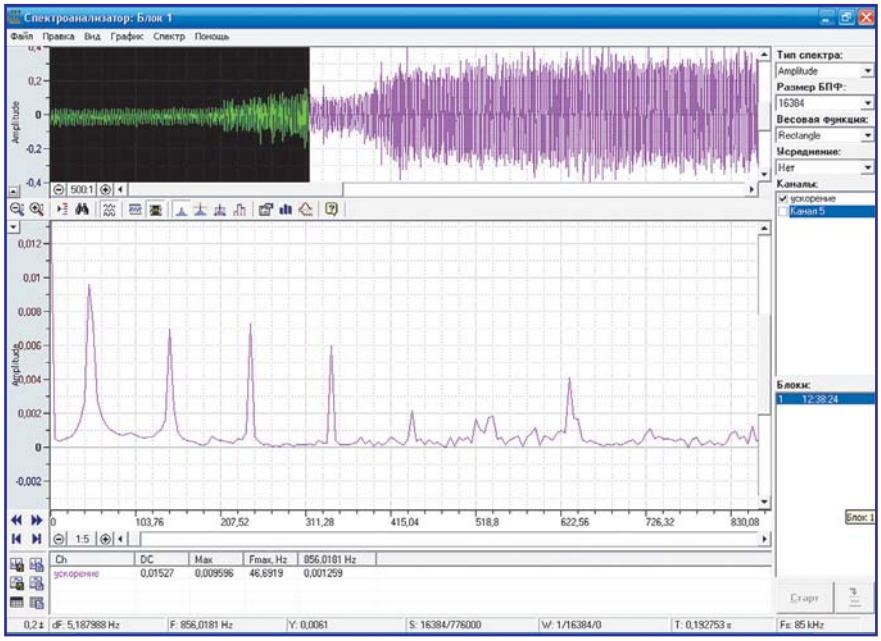


Рис. 7. Амплитудно-частотная характеристика на участке без резания

КОНТАКТЫ:
т.(044) 430-82-45
E-mail: LDevin@ism.kiev.ua