

## ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА СТАНКА С ЧПУ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММЫ (SOFTWARE) NI-LABVIEW

А.М.Мамаджанов<sup>1</sup>, М.А.Алиева<sup>2</sup>, Р.Р.Раҳманов<sup>3</sup>,  
Б.Т.Мирзажонов<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Профессор, Ташкентский государственный технический университет им. И.А. Каримова. Узбекистан

<sup>2</sup> Ассистент, Ташкентский государственный технический университет им. И.А. Каримова. Узбекистан

<sup>3</sup>Начальник отдела, Наманганский инженерно-строительный институт. Узбекистан

<sup>4</sup>Учитель, Наманганский инженерно-строительный институт. Узбекистан

<https://doi.org/10.5281/zenodo.5550520>

### ИСТОРИЯ СТАТЬИ

Принято: 21 сентября 2021 г.  
Утверждено: 25 сентября 2021 г.  
Опубликовано: 30 сентября 2021 г.

### КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Компьютерная система сбора данных, технологическая система, вибро- датчик, частота выборки, информационный сигнал

### АННОТАЦИЯ

Описан экспериментальный стенд на основе станка мод. 500VS (обрабатывающий центр), оснащенный измерительной системой сбора данных фирмы National Instruments, выполненной на основе аппаратной части (hardware) NI-DAQmx и программной части (software) NI-LabVIEW.

Разработка технологической системы диагностики относится к числу актуальных задач для станков с ЧПУ, работающих преимущественно в автоматическом режиме. Причины возникновения вибраций при обработке резананем многочисленны, их анализу посвящено большое количество работ. Многие из указанных причин обусловлены конкретными условиями обработки. Поэтому разрабатываемая система технологической диагностики потенциально должна соответствовать непредсказуемым индивидуальным условиям протекания технологического процесса. А это возможно, если выбранные иди специально

сформированные сигналы несут адекватную информацию о состоя технологической системы. Технологическая задача адекватной вибродиагностики усложняется тем, что невозможно разместить вибродатчики непосредственно в зоне резания, где формируется текущая микро и макрогеометрия обрабатываемой поверхности. Однако отличительной чертой современной технология изготовления вибродатчиков является их появление на рынке в виде которые могут быть интегрированы в соответствующие электрические схемы формирования сигналов. Как правило, это вибродатчики типа акселерометров на основе пьезокристаллов (в

дальнейшем вибродатчики) или электретные конденсаторные микрофоны на основе переменного электрического конденсатора (в дальнейшем звуковые датчики) [1].

Принцип получения информации о состоянии технологической системы заключается в анализе и оценке характеристик измерительных сигналов во временной и частотной области их изменения. Например, сигнал виброускорения можно наблюдать в функции времени и одновременно в виде частотного спектра. Временной сигнал виброускорения можно проинтегрировать во времени и получить временной сигнал виброскорости. При интегрировании сигнала виброскорости получают временной сигнал виброперемещения. Каждый из указанных временных сигналов (виброускорение, виброскорость, виброперемещение) можно оценивать с помощью соответствующих параметров (мер) во временной и частотной области их изменения. К числу таких параметров во временной области изменения сигнала относятся, например, статистическая мера амплитуды RMS (root mean square или quadratic mean, среднее квадратическое) и Range (разность между наибольшим и наименьшим значением в наборе данных или в выборке). В частотной области изменения сигнала, т.е. в его амплитудной спектрограмме можно отметить Magnitude (peak) и Magnitude

(RMS). В обоих случаях «единицей информации», подлежащей оценке, является временной отрезок изменения первичного временного сигнала (виброускорения, виброскорости, виброперемещения). Длину этого временного отрезка выбирают исходя из возможности выявления всех частотных составляющих сигнала.

Прогресс в аппаратной части измерительных систем (hardware) связан с появлением соответствующего программного обеспечения (software) и появлением компьютерных систем сбора данных (computer aided data acquisition), имеющих опции по выбору измерительных сигналов для характеристики состояния технологической системы.

Целью данной статьи является описание экспериментального стенда на основе станка мод. 500VIS (обрабатывающий центр), оснащенного измерительной системой сбора данных фирмы National Instruments, выполненной на основе аппаратной части (hardware) NI-DAQmax и программной части (software) NI-LabVIEW.

Для установления влияния геометрической конфигурации обрабатываемой заготовки была использована заготовка с участками, имеющими переменную статическую жесткость по мере перемещения инструмента (концевой фрезы) вдоль обрабатываемой поверхности (рис.1).



Рис.1. Конфигурация заготовки и способ установки вибродатчиков (слева) в технологической системе станка мод 500V/5 (справа)

Имеющиеся в литературе наши исследования [2] показали, что к числу условий, оказывающих влияние на виброколебания в технологической системе, относятся следующие:

- геометрическая конфигурация обрабатываемой заготовки, обуславливающая переменную статическую жесткость на различных участках её обработки

- способ установки (базирования и закрепления) заготовки;

- режимы резания;

- свойства режущего инструмента;

- физическая природа первичного преобразователя сигнала (виброускорение, виброскорость, виброперемещение),

- место установки первичного преобразователя (в подсистеме инструмента или в подсистеме заготовки).

Для сравнительной характеристики эффективности информационных сигналов их формировали при одних и тех же условиях обработки указанной призматической заготовки, имеющей переменную статическую жесткость. Затем исследовали влияние условий

обработки на характеристики выбранных информационных сигналов. Например, на первом этапе использовали результаты измерений виброускорения при частоте вращения фрезы  $n = 3800 \text{ мин}^{-1}$ , подаче  $S_1 = 0,1 \text{ мм зуб}$ , глубине резания  $t = 0,5 \text{ мм}$ . Режущий инструмент: фреза концевая  $O18 \text{ мм}$  из быстрорежущей стали P6M5 с числом зубьев  $z = 6$ .

Единственным изменяющимся фактором являлась статическая жесткость заготовки, обусловленная её конфигурацией (рис. 1). При проведении виброакустического исследования на обрабатываемом центре мод. 500/V5 использованы датчики виброускорения типа AP2019 и звуковой датчик - измерительный микрофон SPL Lab USB RTA meter (данные для звукового датчика в статью не включены). Датчики виброускорения-VSCX), WS(Y) и VSZ) - можно расположить в подсистеме заготовки, например, на необрабатываемых её гранях (рис.1) или в подсистеме шпинделя, например, на неподвижном торце шпиндельного узла (рис.2)

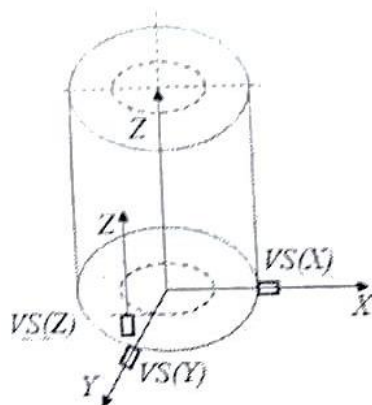


Рис. 2. Схема установки датчиков виброускорения AP 2019 (слева) и её реализация (справа) на неподвижном торце шпиндельного узла обрабатывающего центра мод. 500V/5

Заготовка (рис. 1) содержит участки, имеющие переменную статическую жесткость: высокую на участке 1, среднюю на участке 2 и

низкую на участке 3. Для определения влияния способа закрепления на вибрацию эту заготовку закрепляли по-разному: за торцы тонкой и за торцы



толстой стенки. На рис. 1 заготовка закреплена за торцы тонкой стенки (сила закрепления  $W$ ).

Современная измерительная система сбора данных NI-DAQmax программным обеспечением NI-LabVIEW имеет опции для формирования информационных сигналов из первичных временных сигналов датчиков. Эти опции можно выбрать в меню Functions по схеме Functions-Express-Signal Analysis. В категории Signal Analysis использованы два блока: блок Configure Stais- Gies [Statistics] и блок Configure Spectral Measurements. Блок Configure Statistics [Statistics] включает характеристики сигнала во временной области его изменения - Range w Root Mean Square (RMS). Блок Configure Spectral Measurements включает спектральные характеристики сигнала в частотной области его изменения - Magnitude (peak), Power Spectrum, Power Spectral Density.

Настройка блоков компьютерной системы сбора данных NI-DAQmax выполнена следующим образом. Текущий первичный сигнал виброускорения поступает в систему в виде временной выборки длиной  $T=0.2c$ . На этом временном интервале определяют, например, такие характеристики сигнала Range w RMS, Указанный временной интервал (0.2 c) изменения сигнала в свою очередь

получен путём дискретизации первичного аналогового сигнала виброускорения с частотой выборки (Sample Rate) 50 кГц. В соответствии с известной теоремой Котельникова такая частота выборки позволяет выявлять частотный гармонический состав первичного сигнала вплоть до гармоники с максимальной частотой 25 кГц. Таким образом, указанный временной интервал (0,2 c) содержит в себе данные для формирования новых информационных сигналов, численные значения которых представляют собой дискретную последовательность новых информационных параметров, например, таких как Range или RMS.

### **Выводы**

1. Система сбора данных фирмы National Instruments, выполненная на основе аппаратной части (hardware) NI-DAQmax и программной части (software) NI-LabVIEW может составить основу для компьютерной системы технологической диагностики.

2. Опционные сигналы этой системы Magnitude (peak), Power Spectrum, Power Spectral Density можно использовать для получения новых информационных сигналов с применением блока Configure Statistics [Statistics], в котором опция Sum of values позволяет формировать площадь под соответствующей спектрограммой.

### **References:**

1. 1000 и одна микроконтроллерная схема. Вып. 1 / Рюмик С. М. -М.: Додэка-XXI, 2010.-356 с.
2. Ларшин В. П. Исследование виброустойчивости инструмента при сверлении отверстий малого диаметра / Ларшин В. П., Лищенко Н. В., Башаров Р. Р. / Межвуз. науч. сб. «Современные тенденции в технологиях металлообработки и конструкциях металлообрабатывающих машин и комплектующих изделий». - Уфа: УГАТУ, 2013.-С.20-25.