

УДК 679.8

И.Н. Миков, И.А. Науменко, М.Г. Шеметов, В.В. Селиванов, Н.С. Стефанова

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
УСИЛИЙ РЕЗАНИЯ, ВОЗНИКАЮЩИХ
ПРИ ОДНОВРЕМЕННОМ ПОСТУПАТЕЛЬНОМ
И ВРАЩАТЕЛЬНОМ ПЕРЕМЕЩЕНИЯХ ИНДЕНТОРА
В ПРОЦЕССЕ ГРАВИРОВАНИЯ МЕТАЛЛА**

Семинар № 18

Кафедрой «Технология Художественной Обработки Материалов» (МГГУ) совместно с Национальным Институтом Авиационных Технологий (НИАТ) и с Софийским горно-геологическим университетом «МГУ» были проведены экспериментальные работы с целью определения составляющих усилий резания на разных технологических режимах для одновременных *долбления и резания*, с дальнейшей обработкой этих данных в компьютере.

Измерения усилий было реализовано двумя силоизмерительными системами. Первая предназначена для измерения сил приложенных к обрабатываемой заготовке, во взаимно перпендикулярных направлениях X , Y и Z , в качестве измерителя использовалась трехкомпонентная динамометрическая платформа. Вторая обеспечивала измерение усилия приложенного к режущему инструменту, действующего в направлении оси Z и крутящего момента M_z . В качестве измерителя использовался двухкомпонентный вращающийся динамометр.

Вращающийся динамометр позволяет измерять активную силу, не зависимо от положения точки приложения её на динамометрической платформе. Частотный диапазон измерений будет зависеть от резонансной частоты динамометра, которая в свою очередь будет, зависит от монтажа и места установки платформы.

Сила, действующая на плиту, распределяется между четырьмя трехкомпонентными датчиками, установленными по углам плиты в силоизмерительные элементы динамометра. Каждый датчик имеет 3 пары кварцевых пластин, одна для измерения усилия сжатия-растяжения по оси Z , а две другие измеряют усилия сдвига по осям X и Y соответственно. В свою очередь усилия сжатия или сдвига воздействующие на соответствующие кварцевые пластины датчиков результируются в отдаче электрических сигналов, пропорциональных воздействующим на датчик силы нагрузкам.

В процессе работы вращающийся динамометр измеряет силу, приложенную в осевом направлении F_z и вращающий момент M_z , действующий вокруг оси Z и как следствие подвергается нагрузкам на изгиб и кручение. Данная система позволяет измерить любые, даже самые незначительные сигналы, что позволяет улавливать самые незначительные колебания системы.

Сбор экспериментальных данных осуществлялся с применением универсального модуля сбора данных модели E-440 производства компании «L-Card», который обеспечивает максимальную скорость до 100 тыс. преобразований в секунду. Обработка сигналов осуществлялась в среде специального программного обеспечения.

Экспериментальные исследования проводились на шлифованных образцах из чу-

Таблица 1

Частота вращения шпинделя, N:	10000 об/мин
Осевая подача, S_m :	48, 80, 150, 210, 330, 450, 600 мм/мин
Диаметр сверла, d:	5 мм
Угол заточки сверла, α :	120°
Оборудование:	Обработывающий центр МЦ-1
Измерители:	Трёхкомпонентная динамометрическая платформа, вращающийся динамометр.
Система сбора данных:	АЦП модель E-440, ПК типа ноутбук, специальное программное обеспечение.

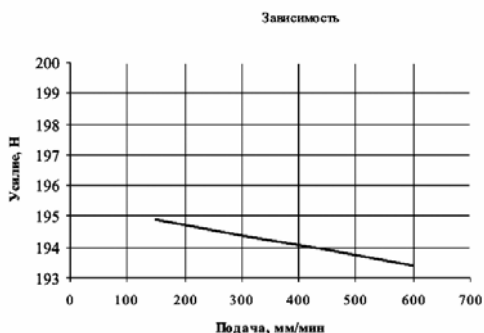


Рис. 1. Линейная зависимость усилия резания от подачи резания

гуна и нержавеющей стали на многооперационном станке

МЦ-1. В качестве индентора (режущего инструмента) применялось центровочное сверло. Глубина сверления составляла 0,1 мм. Величина подачи варьировалась от 50 до 600 мм/мин. Частота вращения шпинделя составляла от 4 000 до 10 000 об/мин.

Эксперимент 1

Условия эксперимента:

Материал образца: чугун СЧ20

Размер образца: 100×45×20

Цель эксперимента: Определение величин, составляющих усилия резания при различных подачах.

Порядок проведения эксперимента:

Сверление образца проводилось при постоянной частоте вращения шпинделя.

Условия проведения эксперимента представлены в табл. 1.

В ходе проведения эксперимента было установлено, что при увеличении подачи усилие резания незначительно уменьшается. Линейная зависимость усилия резания от подачи резания, полученная в результате

анализа полученных данных, представлена на рис. 1:

Последовательный цифровой поток данных с динамометра демодулируется, преобразуется в аналоговый сигнал и после фильтра низких частот превращается в стандартный сигнал ± 10 В. Данные от вращающегося динамометра передавались с помощью АЦП-E440 в виде аналого-цифрового сигнала и выводились на экран ПК, где преобразовывались при помощи специального программного обеспечения в график осциллограммы. На графике осциллограммы в моменты касания сверлом поверхности обрабатываемой пластины отображались колебания в виде всплесков, представленных ниже. Построение графиков идет по 3 каналам, каждый из которых имеет свой цвет. Первый канал характеризует силу относительно оси X (рис. 2), второй канал характеризует силу относительно Y (рис. 3), третий канал характеризует силу относительно Z (рис. 4), на графике 4 представлен общий вид по 3 каналам (рис. 5).

Эксперимент 2

Условия эксперимента:

Материал образца: чугун СЧ20

Размер образца: 100×45×20

Цель эксперимента: Определение величин, составляющих усилия резания на различных скоростях резания.

Порядок проведения эксперимента представлен в табл. 2.

На графике осциллограммы в моменты касания сверлом поверхности обрабатываемой пластины отображались колебания в виде всплесков, представленных ниже.

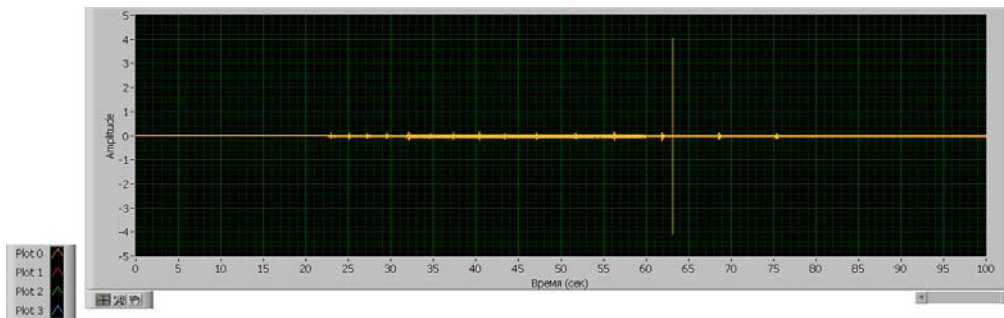


Рис. 2. Перемещение относительно оси X

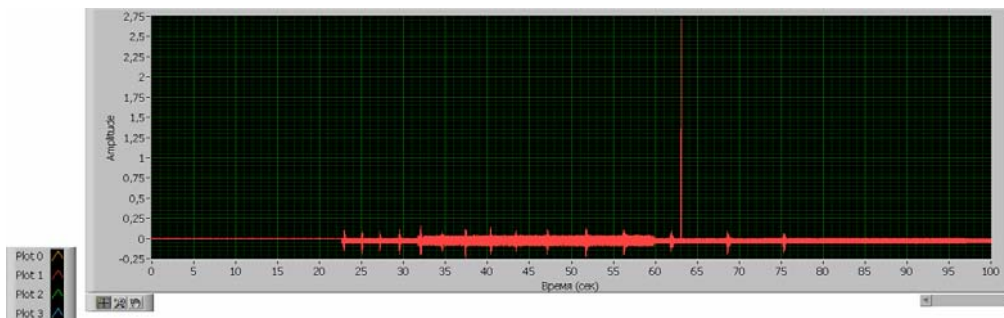


Рис. 3. Перемещение относительно оси Y

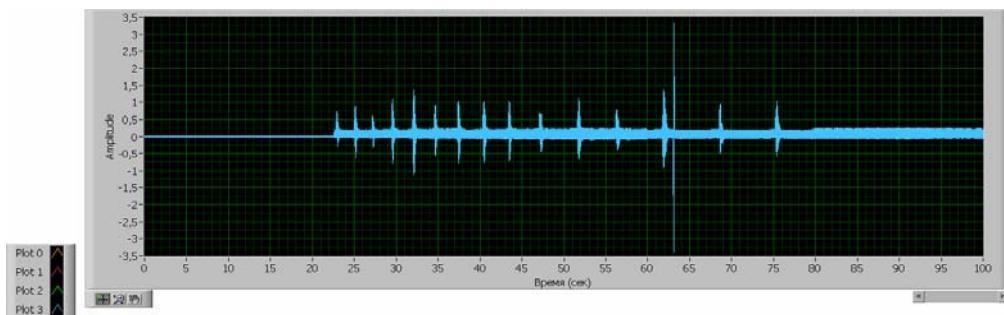


Рис. 4. Перемещение относительно оси Z

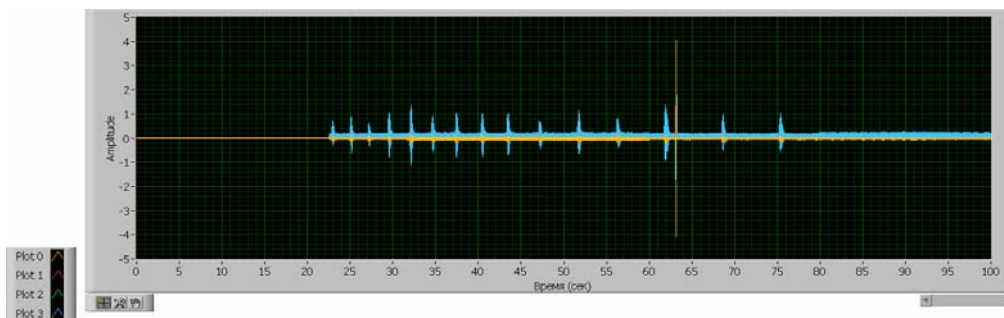


Рис. 5. Общий вид графика

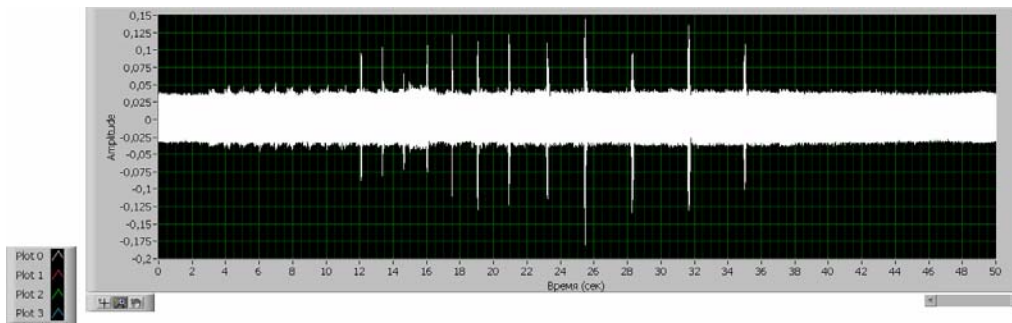


Рис. 6. Перемещение относительно оси X

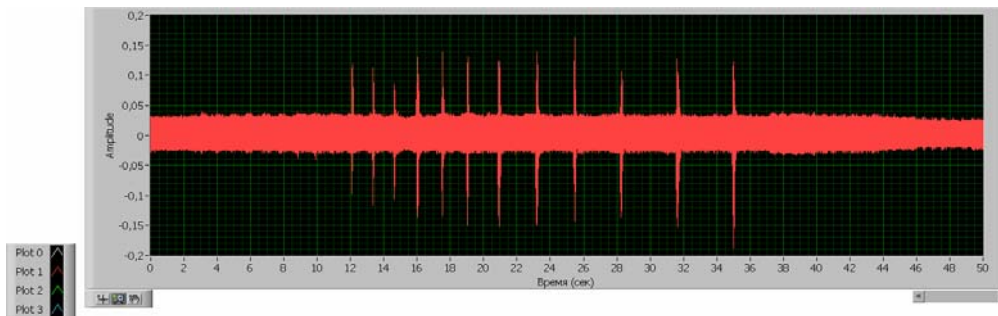


Рис. 7. Перемещение относительно оси Y

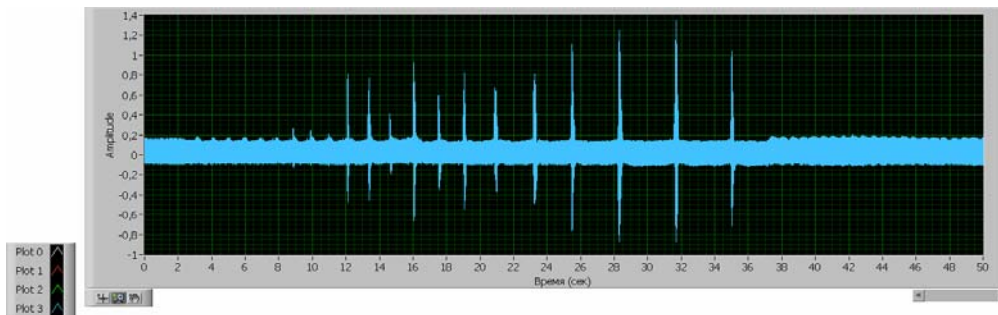


Рис. 8. Перемещение относительно оси Z

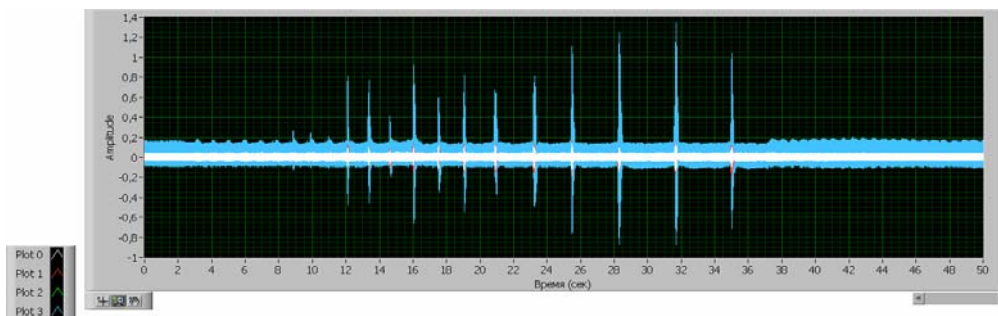


Рис. 9. Общий вид графика

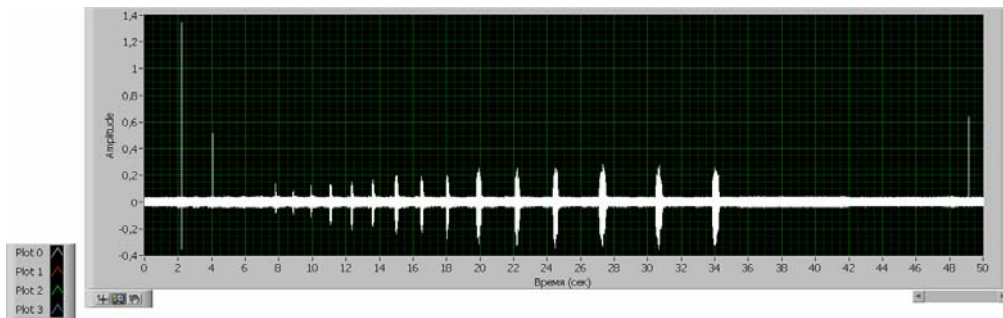


Рис. 10. Перемещение относительно оси X

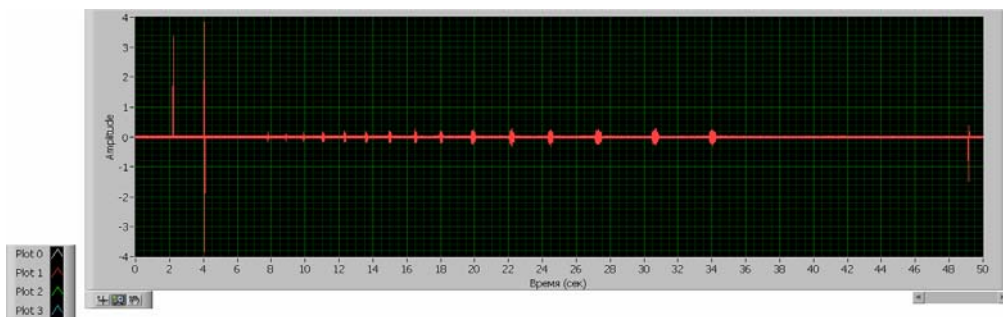


Рис. 11. Перемещение относительно оси Y

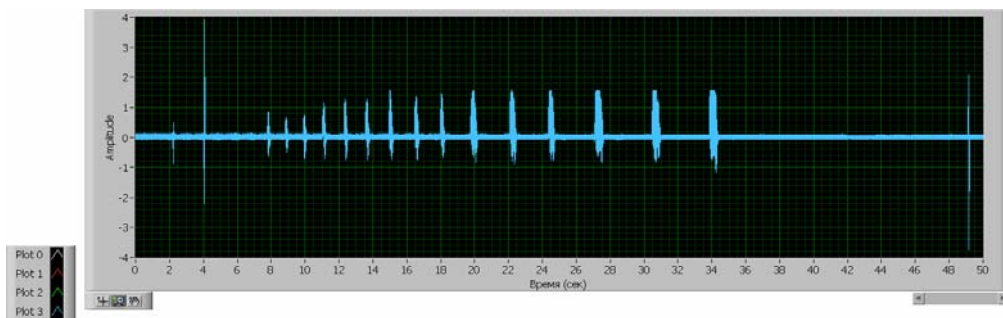


Рис. 12. Перемещение относительно оси Z

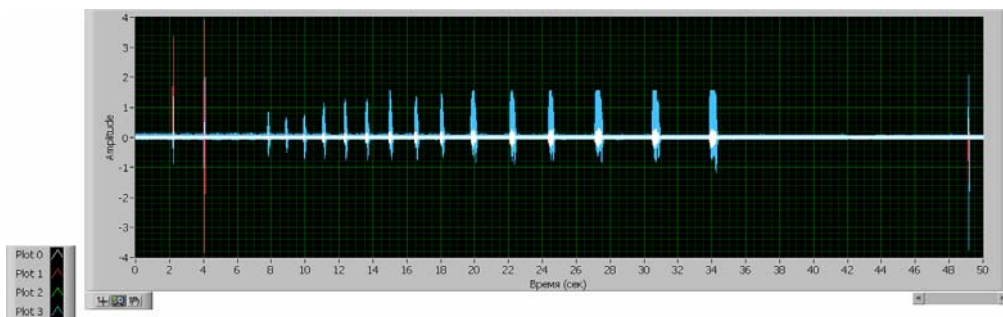


Рис. 13. Общий вид графика

Таблица 2

Осевая подача, S_m	450 мм/мин
Частота вращения шпинделя, N	4000-10000 об/мин
Диаметр сверла, d :	5 мм
Угол заточки сверла, α :	120°
Оборудование:	Обработывающий центр МЦ-1
Измерители:	Трёхкомпонентная динамометрическая платформа, вращающийся динамометр.
Система сбора данных:	АЦП модель Е-440, ПК типа ноутбук, специальное программное обеспечение

Построение графиков идет по 3 каналам, каждый из которых имеет свой цвет. Первый канал характеризует силу относительно оси X (рис. 6), второй канал характеризует силу относительно Y (рис. 7), третий канал характеризует силу относительно Z (рис. 8), на графике 4 представлен общий вид по 3 каналам (рис. 9).

В ходе проведения эксперимента было установлено, что при увеличении частоты вращения шпинделя усилие резания незначительно уменьшается.

Аналогичные эксперименты проводились при сверлении пластины из нержавеющей стали.

Эксперимент 3

Условия эксперимента:

Материал образца: нержавеющая сталь 8Х13

Размер образца: $100 \times 45 \times 20$

Цель эксперимента: Определение величин, составляющих усилия резания на различных скоростях резания.

Порядок проведения эксперимента представлен в табл. 2.

На графике осциллограммы в моменты касания сверлом поверхности обрабатываемой пластины отображались колебания в виде всплесков, представленных ниже. Построение графиков идет по 3 каналам, каждый из которых имеет свой цвет. Первый канал характеризует силу относительно оси X (рис. 10), второй канал характеризует силу относительно Y (рис. 11), третий канал характеризует силу относительно Z (рис. 12), на графике 4 представлен общий вид по 3 каналам (рис. 13).

В ходе проведения эксперимента было установлено, что при увеличении частоты вращения шпинделя усилие резания незначительно уменьшается.

Как видно из полученных графиков усилие при обработке чугуна незначительно выше (на 10Н), чем усилие при обработке нержавеющей стали.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 *Mikov I.N., Morozov V.I.* Technology and the machine for rasterized facsimile engraving of art images on minerals. Beograd University, Mining Department, Faculty of Mining and Geology. 4 International Symposium mining and environmental protection, мep 2003. – С. 421 – 423.

2 *Morozov V.I., Mikov I.N., Stefanova N.N.* Trends in effectiveness increase of the facsimile-engravers operation. Romeniy.: Universitatea din Petrosani, Lucrarile Stiintifice ale Simpozionului International "universitaria ropet 2003" – p. 343–346.

Коротко об авторах

Миков И.Н. – доктор технических наук, ст. научный сотрудник, заведующий лабораторией, кафедре «Технология художественной обработки материалов», Московский государственный горный университет,

Науменко И.А. – Московский государственный горный университет,

Шеметов М.Г., Селиванов В.В. – Национальный институт авиационных технологий «НИАТ»,

Стефанова Н.С. – инженер, Софийский горный геологический университет.

