DOI: 10.17117/na.2016.08.01.217

<http://ucom.ru/doc/na.2016.08.01.217.pdf>

Поступила (Received): 26.08.2016

Зенкин Н.В., Калмыков В.В., Мусохранов М.В. Конструктивные особенности фрез для исследования силовых и тепловых параметров механической обработки

**Zenkin N.V., Kalmykov V.V., Mousokhranov M.V.
Design features of the mills to study the power and
thermal parameters of the machining**

В статье представлена конструкция фрезы, с помощью которой возможно измерения сил резания и температуры резания непосредственно во время обработки. Показана актуальность решения, позволяющего снимать характеристики прямыми методами. Результаты работы опробованы на опытно-промышленной установке

Ключевые слова: фрезерование, силы резания, температура резания

The article presents the design of the mill, with which is possible to measure the cutting forces and cutting temperatures during machining. The urgency of the decisions, allowing to characterize direct methods. The results tested at the pilot plant

Key words: milling, cutting forces, cutting temperature

Зенкин Николай Васильевич

Кандидат технических наук, доцент
Московский государственный технический
университет им. Н.Э. Баумана
г. Калуга, ул. Баженова, 2

Zenkin Nikolay Vasilievich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Moscow state technical university named N.E.
Bauman
Kaluga, Bazhenova st., 2

Калмыков Вадим Владимирович

Старший преподаватель
Московский государственный технический
университет им. Н.Э. Баумана
г. Калуга, ул. Баженова, 2

Kalmykov Vadim Vladimirovich

Senior lecturer
Moscow state technical university named N.E.
Bauman
Kaluga, Bazhenova st., 2

Мусохранов Марсель Владимирович

Кандидат технических наук, доцент
Московский государственный технический
университет им. Н.Э. Баумана
г. Калуга, ул. Баженова, 2

Mousokhranov Marsel Vladimirovich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Moscow state technical university named N.E.
Bauman
Kaluga, Bazhenova st., 2

За последние сто лет одной из самых стабильных тенденций машиностроения является постоянное повышение производительности и качества продукции при снижении себестоимости ее изготовления. До сих пор решения инженерных задач, направленных на удовлетворение этих тенденций бесспорно признаются актуальными. В последние годы значительно возрос интерес к

высокоточной и высокоскоростной обработке материалов [1-4]. При этом возникает ряд дополнительных задач, связанных с уменьшением износа режущего инструмента, или, по крайней мере с сохранением его интенсивности.

Исследователям приходится сталкиваться со сложностью непосредственного измерения температуры [4] и силовых характеристик в процессе резания.

В данной работе представлены результаты разработки фрезы-динамометра с возможностью измерения температуры в зоне резания. Фреза разрабатывалась для исследования процесса обработки внутренних поверхностей кольцевых заготовок, методом двухкромочного фрезерования описанным в работе [5]. Для повышения производительности обработки крупных кольцевых заготовок под руководством д.т.н., профессора Алексея Ивановича Созинова был сконструирован опытный станок для фрезерования тел вращения [6, с. 38] и специальные фрезы к нему [7]. На основе предложенных коллективом авторов конструкторских решений, в лаборатории Калужского филиала МГТУ им. Н.Э. Баумана была собрана опытно-промышленная установка (Рис. 1.).

На рис.2 представлена схема установки фрезы, где 1 – вертикальная бабка установленная в поворотную фрезерную головку 2. Корпус 3 в виде диска из стали 40Х, с закрепленными в нем динамометрическими столбиками 5 от динамометра УДМ-1200. В корпус фрезы устанавливается резцовый блок 4 на расстоянии 30 мм от центра круга, что соответствует диаметру фрезы 60 мм.

Рис. 1. Общий вид опытной установки

При вращении корпуса фрезы получается однозубая фреза, имеющая следующие геометрические параметры: $\varphi=45^\circ$; $\varphi_1=45^\circ$; $\gamma=0^\circ$; $\alpha=11^\circ$; $\lambda=0^\circ$; $r=0.8\text{мм}$.

Рис. 2. Схема установки для измерения силовых параметров

В резце используется твердосплавная четырехкромочная пластина с механическим креплением из сплава ВК8 [8, 9].

Заготовка устанавливалась на планшайбе 7 установки в четырехкулачковом патроне. Заготовка представляла собой поковку в виде кольца $\varnothing 1000\text{мм}$ и высотой 200мм из титанового сплава ПТ-3В. Для снятия показаний на вал шпинделя поворотной фрезерной головки устанавливали токосъемник 8, который состоял из коллектора, выполненного из латунных колец, изолированных друг от друга, и щеток, выполненных из того же материала, что и кольца. Постоянство прижима щеток к коллектору обеспечивалось при помощи пружин и регулировочных винтов.

Значения сил могут фиксироваться с помощью осциллографа Н-117/1, в качестве усилителя сигнала может быть использован тензоусилитель УТ4-1.

При измерении температуры в зоне резания используется метод естественной термопары, при этом резец изолируется от корпуса фрезы с помощью изоляционной прокладки (рис. 3).

Рис. 3. Конструкция резца для измерения температуры резания

Для отвода контакта проводника с режущей пластиной от непосредственного источника тепла в резце под режущей пластиной выполнено отверстие, в котором установлена изоляционная втулка (рис. 3). Во втулке размещён твердосплавный стержень из того же материала, что и режущая пластина. Стержень прижимается к пластине при помощи винта, с которым контактирует проводник. За время резания стержень не успевает нагреться и место контакта проводника с винтом и винта со стержнем имеет постоянную температуру. Вторым проводник контактирует непосредственно с заготовкой. Этот контакт располагается на значительном удалении от места резания и осуществляется с помощью винта. Для передачи электрических сигналов во время вращения фрезы используется токосъемник. Изменение значения термо-ЭДС фиксируется осциллографом. Чтобы обеспечивать регистрацию термо-ЭДС без применения усилителя, можно использовать гальванометры М010-20 и М010-40.

Рис. 4. Схема установки для тарирования естественной термопары

Для нахождения истинных значений температуры производится тарирование естественной термопары на установке (рис. 4). Твердосплавный стержень 1 из того же материала, что режущая пластина (ВК8), помещаются в теплозащитную камеру 3 с металлическим корпусом, а внутренняя часть выполнена из теплозащитного материала. Со стержнем контактируют электроды 2, выполненные из обрабатываемого материала. Электроды изолируются друг от друга теплозащитным материалом. В один электрод зачеканивается контрольная стандартная термопара (хромель-алюмель). Для охлаждения спая твердосплавного стержня с проводником на стержень одевается резиновый шланг 7, по которому протекает вода. Для охлаждения электродов в них выполнены каналы, по которым также протекает вода. Вода поступает к электродам по резиновым шлангам. К электродам с помощью медных шин подводится ток от сварочного трансформатора. Электроды с медными шинами закрепляются в струбине 6, корпус которой изолируется от электродов с помощью электроизоляционных прокладок. Для обеспечения надежного контакта между твердосплавным

стержнем и электродами установка зажимается в тисках. Для более долгого сохранения тепла свободное пространство теплозащитной камеры заполняется теплоизоляционным материалом.

При прохождении тока происходит разогрев зоны контакта электродов со стержнем. На режиме охлаждения фиксируются значения термо-ЭДС от контрольной и естественной термопар с помощью потенциометров постоянного тока. Характер изменения термо-ЭДС записывается с помощью осциллографа. По результатам тарировки строится тарировочный график.

В результате предложенная конструкция фрезы по указанной схеме измерения позволит снимать силовые и тепловые параметры непосредственно во время проведения экспериментов.

Список используемых источников:

1. Калмыков В.В., Антонюк Ф.И., Зенкин Н.В. Выбор метода для автоматизации контроля состояния режущего инструмента // Южно-Сибирский научный вестник. 2014. № 3 (7). С. 53-55.
2. Мусохранов М.В., Калмыков В.В., Малышев Е.Н., Антонюк Ф.И. Влияние технологического воздействия на энергетическое состояние поверхностного слоя деталей // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1-1. С. 59.
3. Калмыков В.В., Космынина Е.В., Сорокин П.С. Выбор методов оценки точности технологических процессов // Инженерный вестник. 2012. № 8. С. 4.
4. Болсуновский С.А., Вермель В.Д., Зиняев В.В. Расчетно-экспериментальная оценка условий резания высоколегированной стали (типа 30ХГСА) при высокоскоростном фрезеровании // Авиационно-космическая техника и технология. 2005. №8 (24). С. 11-14.
5. Зенкин Н.В., Калмыков В.В., Малышев И.Е. Фрезерование отверстий специальными фрезами // Электронный журнал: наука, техника и образование. 2016. №1/2016.
URL: <http://nto-journal.ru/uploads/articles/ab9c23caf7bd60206a3c6ae4aebe4bfff.pdf>
6. Созинов А.И., Зенкин Н.В. Повышение эффективности размерной обработки внутренних поверхностей крупных кольцевых заготовок // Труды МГТУ: Математическое моделирование сложных технических систем. М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1999. №274. С. 37-43.
7. Созинов А.И., Зенкин Н.В., Цицерук А.Н. Способ обработки внутренних поверхностей вращения двухкромочным фрезерованием. Патент на изобретение RUS 2212310 17.07.2001.
8. Зенкин Н.В., Щелупова О.А. Обработка внутренних поверхностей вращения фрезами с двумя режущими кромками // Инженерный вестник: Электронный научно-технический журнал. 2012. № 7. С. 3. URL: <http://engbul.bmstu.ru/doc/459696.html>
9. Зенкин Н.В., Щелупова О.А. Исследование влияния технологических факторов на качество поверхности обработанной фрезами с двумя режущими кромками // Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2012. № 8. С. 1.

© 2016, Зенкин Н.В., Калмыков В.В., Мусохранов М.В.
Конструктивные особенности фрез для
исследования силовых и тепловых
параметров механической обработки

© 2016, Zenkin N.V., Kalmykov V.V.,
Mousokhranov M.V.
Design features of the mills to study the power
and
thermal parameters of the machining