

МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ СИЛ ТРЕНИЯ И ДЛИН КОНТАКТОВ НА ПЕРЕДНЕЙ ГРАНИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ РЕЗАНИИ МАТЕРИАЛОВ

© 2009 Н.Г. Неумоина, А.П. Иващенко

Камышинский технологический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета

Поступила в редакцию 18.11.2009

В статье рассматривается методика измерения сил трения при постоянной длине контакта с помощью устройства для измерения сил трения и длин контактов при резании материалов.

Ключевые слова: *методика измерения, резание материалов, сила трения, длина контакта*

Для измерения сил трения и длин контактов при резании материалов нами разработано специальное измерительное устройство, устанавливаемое на суппорт токарно-винторезного станка [1]. Устройство способно в широком диапазоне режимов резания производить высокоточные измерения сил трения и длин контактов на передней грани резца с целью изучения касательных сил, действующих на этой грани, а так же совершенствования геометрии токарных резцов с напаянными пластинками разной конфигурации (Патент №77972 [2]). Режущая часть устройства (см. рис. 1) состоит из двух частей подпружиненной пластины 3 с накладкой 2 и режущей пластины 1, разделенных между собой по углу заострения и составляющих переднюю грань резца. Подпружиненная пластина 3 с накладкой 2 расположена симметрично между телами качения 4 и имеет возможность горизонтального перемещения, а режущая пластина 1 расположена вертикально и неподвижно закреплена в корпусе устройства. При этом режущая часть устройства спроектирована так, что накладка 2 измеряет только силу трения, действующую на передней грани этой пластины.

Элементы устройства имеют конечную жесткость и предельную прочность, поэтому непосредственное измерение полной силы трения на полной длине контакта стружки с передней гранью резца крайне нежелательно. Связано это с заточкой до остра режущей пластины, что ослабляет и снижает ее жесткость и требует вторжения зазора в зону стружкообразования, где возможны не только небольшие случайные, но и значительные систематические

ошибки. Последние могут войти постоянной величиной во все результаты экспериментов. Во избежание этого, была разработана методика измерения сил трения при постоянной длине контакта.

Эксперименты могут проходить по двум вариантам:

- По первому варианту эксперименты проводятся по определению сил трения и длин контактов при отрезании, где форма заготовок – кольца, имеющие толщину от 1 до 4 мм.
- По второму варианту эксперименты проводятся по определению сил трения и длин контактов при продольном точении, где форма заготовок – тонкостенные цилиндры, имеющие толщину стенок от 1 до 4 мм.

Варианты проведения эксперимента не зависят друг от друга, отличаются только условиями проведения и исходными данными, но методика измерения сил трения и длин контактов на передней грани резца одна и та же. При этом эксперименты проводятся традиционным методом однофакторного планирования, основанным на поочередном варьировании отдельных независимых переменных при сохранении остальных неизменными. В обоих вариантах эксперименты проводятся на токарно-винторезном станке, имеющим достаточную жесткость и виброустойчивость во всем исследуемом диапазоне скоростей резания (20-70 м/мин). В качестве режущего инструмента используется устройство для измерения сил трения и длин контактов на передней грани резца [2]. В процессе проведения однофакторных экспериментов срезается стружка с заготовки и с помощью тензометрического датчика сил UMA-200 снимаются и заносятся показания сил трения в память компьютера. Так же с помощью тензометрического датчика перемещений DLH-5, установленного в

Неумоина Наталья Георгиевна, кандидат технических наук, декан факультета «Промышленные технологии».
E-mail: fpt@kti.ru

Иващенко Александр Петрович, аспирант

устройстве, снимаются и заносятся показания зазора между пластинами в память компьютера. Заготовки могут быть изготовлены из любого материала (сталь, бронза, медь, свинец и т.д.). Режущие элементы устройства выполнены из твердого сплава.

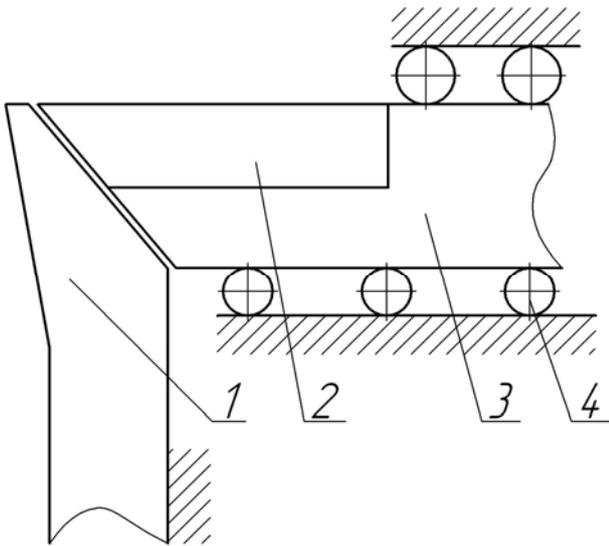


Рис. 1. Режущая часть устройства для измерения сил трения и длин контактов

Для минимизации погрешностей при измерении сил трения в обоих вариантах разработана единая методика. Рассмотрим методику более подробно. Для проведения эксперимента заранее изготавливается определенная партия режущих пластин, отличающимися различными длинами передней грани от 0,2 мм до 2,4 мм. Эксперименты проводятся в несколько серий. В каждой серии экспериментов используются различные наборы пары накладки и режущей пластины (см. рис. 2).

Введем следующие обозначения: L – наибольшая длина контакта, принятая в экспериментах, допускаемая прочностью резца; l_k – длина площадки контакта на режущей пластине, где k – порядковый номер режущей пластины (1, 2, 3, ... к); Δl_k – приращение длины подвижной части контакта при переходе от $(k-1)$ пластины к k -ой; $\Delta l_k'$ – зазор между режущей пластиной и накладкой и дополнительный зазор, образованный от перемещения накладки; F – полная сила трения (на длине L); ΔF_k – сила трения на приращенных площадках контакта Δl_k .

Для выполнения первой серии экспериментов производится установка первой пары: накладка и режущая пластина №1 (см. рис. 2). Затем производится резание. При выбранной скорости, внешней среде и прочих постоянных условиях эксперимента подбирается такая подача S , при которой длина контакта

стружки L равна длине передней грани режущей пластины l_1 (см. рис. 2). Подбор S осуществляется пробными проходами, каждый из которых выполняется со своей подачей S_m . При $S_m < S$ показания датчика UMA-200 при резании равны нулю, а показания датчика DLH-5 равны величине зазора $\Delta l'$ между режущей пластиной и накладкой. При $S_m > S$ показания датчика UMA-200 не равны нулю, а показания датчика DLH-5 равны величине зазора $\Delta l'$ между режущей пластиной и накладкой и дополнительному зазору, образованному от перемещения накладки. Когда $S_m \approx S_1$ показания датчика UMA-200 колеблются около нуля, а показания датчика DLH-5 равны величине зазора $\Delta l_1' = \Delta l_1 = L - l_1$ между режущей пластиной и накладкой и дополнительному зазору, образованному от перемещения накладки, что свидетельствует о том, что стружка переходит за площадку l_1 и лишь касается накладки. Сила трения на передней поверхности накладки $F_1 = \Delta F_1 = 0 \pm 10$ Н. Таким же образом подбираются подачи S при разных скоростях резания, средах и других переменных параметрах.

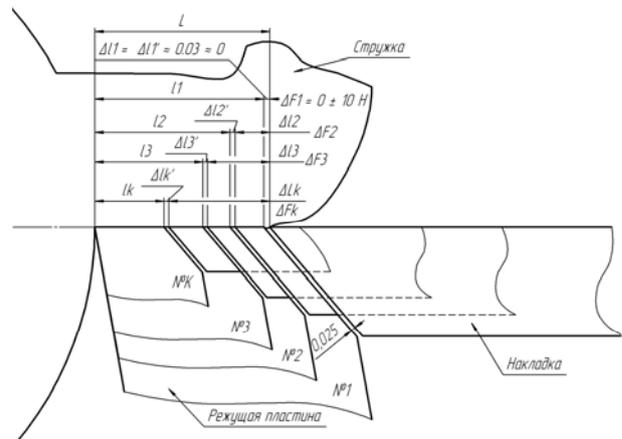


Рис. 2. Схема установки накладки и режущей пластины в устройство для измерения сил трения и длин контактов

Вторая серия экспериментов проводится с парой: накладка и режущая пластина №2 с площадкой длиной l_2 (см. рис. 2). Производится резание с подачей S . Тогда на участке, равном разности длин $\Delta l_2 = L - l_2 - \Delta l_2'$, действует сила трения ΔF_2 , которую измеряет датчик UMA-200. Далее устанавливается третья пара: накладка и режущая пластина №3, с площадкой длиной l_3 . Производится резание с подачей S . Тогда на участке, равном разности длин $\Delta l_3 = L - l_3 - \Delta l_3'$, действует сила трения ΔF_3 , которую измеряет датчик UMA-200. Затем работа проводится со следующими парами пластин: накладка – режущая пластина 4, 5 и т. д.

Измеряются силы трения ΔF_k на разных площадках контакта Δl_k при подаче S . Обычно число режущих пластин не больше десяти при разных наборах в одном эксперименте. В соответствии с рис. 2 можно создать таблицу 1. По полученным данным строятся графики распределения сил трения на передней грани резца $F(l)$.

Как следует из изложенного, зависимость сил трения строится по экспериментальным точкам от $\Delta l_k=0$ до L . Далее на площадке контакта длиной L графики экстраполируются на значение $\Delta l_k=0$ и, таким образом, определяется полная сила трения F . Нахождение полной силы трения экстраполяцией не вносит существенной ошибки в абсолютную величину этой силы.

Таблица 1. Формулы для проведения эксперимента

№ экс-та	Длины контакта	Силы	Подача
1	$\Delta l_1 = \Delta l_1' = L - l_1 \approx 0,03 \text{ мм}$ $L = l_1 + \Delta l_1'$	$\Delta F_1 = F_1 \approx 0 \pm 10 \text{ Н}$	S
2	$\Delta l_2 = L - l_2 - \Delta l_2'$	ΔF_2	S
3	$\Delta l_3 = L - l_3 - \Delta l_3'$	ΔF_3	S
...
k	$\Delta l_k = L - l_k - \Delta l_k'$	ΔF_k	S

Касательные напряжения на разных площадках контакта стружки с передней гранью резца определяются по формуле:

$$\tau_k = \frac{\Delta F_k}{b \cdot \Delta l_k} \quad (1)$$

где b – ширина срезаемого слоя в мм; $b\Delta l_k$ – номинальная площадь k -ой площади контакта в мм².

По данным полученным из формулы (1) строятся графики распределения касательных сил на передней грани резца в зависимости от силы трения на этой грани $\tau(F)$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Иващенко, А.П. Разработка устройства, предназначенного для исследования процессов трения на режущих поверхностях инструмента / А.П. Иващенко // Проблемы исследования и проектирования машин: сб. ст. IV междунар. научн.-техн. конф. / приволжский Дом знаний [и др.]. – Пенза, 2008. – С.12–14.
2. П.м. 77972 РФ, МПК G 01 N 19/02. Устройство для измерения сил трения и длин контактов при резании материалов / А.П. Иващенко. А.В. Белов, Н.Г. Неумоина; ВолгГТУ. – 2008.

MEASUREMENT TECHNIQUE OF FRICTIONAL FORCES AND LENGTHS OF CONTACTS ON THE TOP FACE OF CUTTING TOOL AT SHEARING MATERIALS

© 2009 N.G. Neumoina, A.P. Ivaschenko

Kamyshin Technological Institute, branch of Volgograd State Technical University

In article the measurement technique of frictional forces at constant length of contact by means of the device for measurement of frictional forces and lengths of contacts at shearing materials is observed.

Key words: *measurement technique, shearing of materials, a frictional force, length of contact*