ИЗВЕСТИЯ
ТОМСКОГО ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
И ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА им. С. М. КИРОВА

Том 224 1976

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНТАКТНЫХ ПРОЦЕССОВ НА ПЕРЕДНЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ИНСТРУМЕНТА ПРИ РЕЗАНИИ ЛАТУНИ ЛС-59-1

В. И. КАРНОВ

(Представлена научным семинаром кафедр
станков и резания металлов и технологии машиностроения)

Образующаяся при резании металлов стружка находится на некоторой длине в контакте с передней гранью инструмента. Вопрос о влиянии различных факторов и условий резания на размер контактных площадок имеет принципиальное значение при изучении динамики процесса резания, а поэтому является объектом исследования многих авторов.

В лаборатории резания металлов ТПИ были проведены динамические опыты при резании малопластичной латуни ЛС-59-1. Резание проводилось твердосплавными резцами марки ВК-8 различной геометрии ($\gamma = -13°$, $-2°$, $16°$, $30°$) при широких диапазонах изменения режимов резания:

скорость резания — $V = 0{,}2—550$ *м/мин;*
подача — $s = 0{,}07—0{,}61$ *мм/об ;*
глубина — $t = 1—5$ *мм.*

Непосредственное наблюдение через микроскоп за режущими гранями инструмента дало возможность установить величину ширины контакта стружки с передней гранью режущего инструмента. Площадь контакта стружки с передней гранью инструмента определялась как произведение длины контакта на его ширину. Длина контакта принималась равной ширине срезаемого слоя металла, ширина контакта измерялась по следам налипания обрабатываемого материала в углубления рисок на передней грани инструмента. В отдельных случаях, для более четкого выявления контура контактной площадки, на переднюю грань инструмента наносился тонкий слой туши. При работе такими пластинками твердого сплава сходящая стружка быстро удаляла нанесенный слой туши на контактном участке передней поверхности и его контур отчетливо выявлялся. Одновременно с шириной контакта c подсчитывалась длина линии скольжения AB и определялись отношения $\frac{c}{a}$ и $\frac{AB}{c}$, где a — толщина среза.

На рис. 1 приведены кривые изменения ширины контакта стружки с передней гранью, а также кривые изменения отношений $\frac{c}{a}$ и $\frac{AB}{c}$ в зависимости от подачи и переднего угла инструмента. По расположению кривых видно, что с увеличением подачи ширина контакта струж-

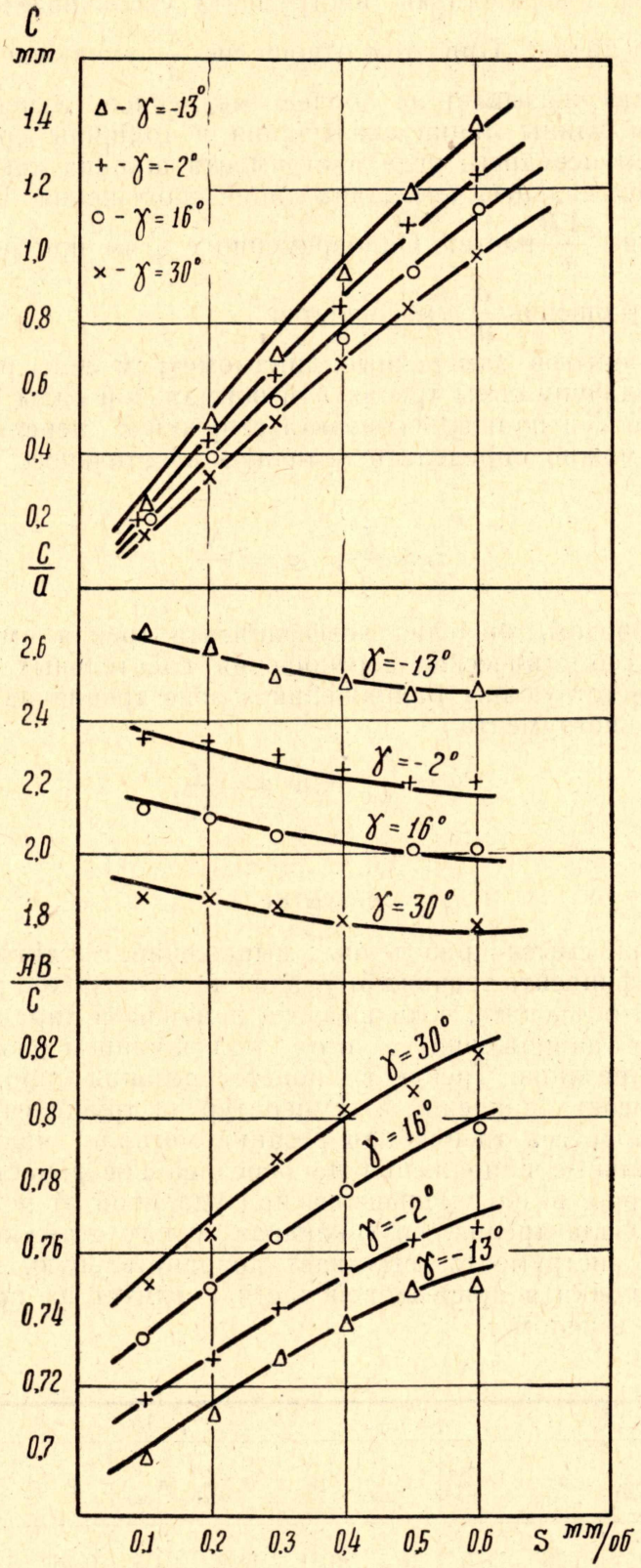
C
мм
1,4
1,2
1,0
0,8
0,6
0,4
0,2
Δ - γ = -13°
+ - γ = -2°
○ - γ = 16°
× - γ = 30°
C/a
2,6
2,4
2,2
2,0
1,8
γ = -13°
γ = -2°
γ = 16°
γ = 30°
AB/C
0,82
0,8
0,78
0,76
0,74
0,72
0,7
γ = 30°
γ = 16°
γ = -2°
γ = -13°
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
0,6
S мм/об

Рис. 1

ки с передней поверхностью инструмента увеличивается почти пропорционально подаче. При этом отношение $\frac{c}{a}$ уменьшается, а $\frac{AB}{c}$ увеличивается, что указывает на более медленное изменение ширины контакта, чем длины линии скалывания и толщины срезаемого слоя. С увеличением переднего угла инструмента ширина контакта c уменьшается, причем сильнее, чем длина линии скольжения AB, в результате чего отношение $\frac{AB}{c}$ растет. Одновременно с этим при постоянной толщине среза отношение $\frac{c}{a}$ уменьшается.

Имея из опытов замеренные динамометром силы резания, можно рассчитать величину силы трения F и нормальной силы N [1]. Определив силы F и N и площадь контакта стружки с передней гранью инструмента f, можно определить величины касательного и нормального напряжений:

$$\tau_F = \frac{F}{f}, \quad \sigma_N = \frac{N}{f}.$$

Таким образом, значения коэффициента трения могут быть выражены как геометрические соотношения касательных и нормальных сил или соответствующих напряжений в зоне трения на передней грани режущего инструмента.

$$\mu = \frac{F}{N} \quad \text{или} \quad \mu = \frac{\tau_F}{\sigma_N},$$

откуда

$$\tau_F = \mu \cdot \sigma_N.$$

Физический смысл приведенных выражений, а также характер изменения коэффициента трения при различных условиях и режимах резания возможно объяснить, если выявить причины и характер изменения сил F и N или напряжений τ_F и σ_N под влиянием различных факторов процесса резания. Трение в процессе резания протекает в условиях очень высоких давлений и температур на трущихся поверхностях. Спецификой процесса трения при резании металлов является также и то, что нормальные напряжения на передней поверхности распределены неравномерно, резко уменьшаясь при удалении от режущей кромки инструмента. Сила трения, возникающая между стружкой и передней поверхностью инструмента, вызывает дополнительную, вторичную деформацию стружки в прирезцовой части и влияет на протекание процесса резания в целом.

Таблица 1

S мм/об	$\gamma=-13°$			$\gamma=-2°$			$\gamma=16°$			$\gamma=30°$		
	τ_F $\frac{кг}{мм^2}$	σ_N $\frac{кг}{мм^2}$	μ	τ_F $\frac{кг}{мм^2}$	σ_N $\frac{кг}{мм^2}$	μ	τ_F $\frac{кг}{мм^2}$	σ_N $\frac{кг}{мм^2}$	μ	τ_F $\frac{кг}{мм^2}$	σ_N $\frac{кг}{мм^2}$	μ
0,11	8,2	31,5	0,26	8,6	28,2	0,31	11,2	24,5	0,46	14,3	22,6	0,63
0,21	8,0	32,0	0,25	8,8	28,5	0,30	12,0	25,5	0,47	14,7	23,4	0,63
0,30	8,35	32,5	0,26	9,0	29,0	0,31	12,7	25,7	0,47	14,7	23,5	0,63
0,39	8,25	33,0	0,25	9,2	29,5	0,32	11,8	26,0	0,45	15,3	23,7	0,61
0,52	8,20	33,2	0,26	9,0	30,0	0,30	11,7	26,0	0,45	15,0	24,0	0,62
0,61	8,40	33,5	0,25	9,4	30,6	0,31	11,5	26,6	0,44	15,4	24,0	0,64

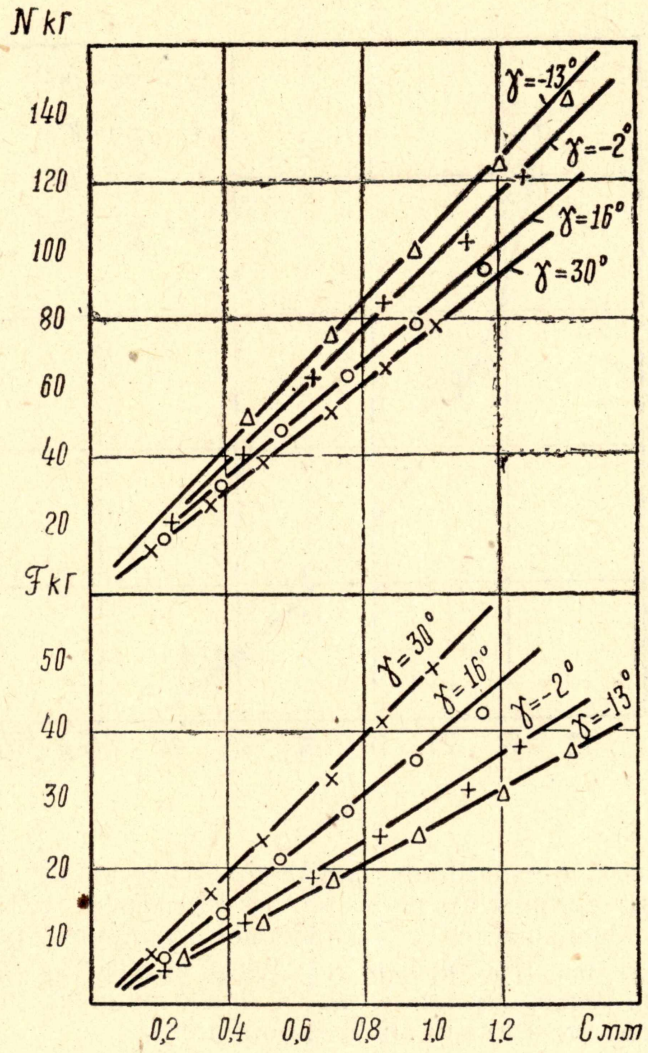

Рис. 2

Опыты при резании латуни ЛС-59-1, проведенные в широком диапазоне изменения режимов резания и геометрии инструмента, дали вполне определенные результаты, позволяющие говорить о значениях коэффициента трения при резании и о характере его изменения с изменением условий резания.

По экспериментальным данным в табл. 1 приведены значения касательного и нормального напряжения τ_F и σ_N и коэффициента трения μ. Выражение зависимостей F и N от ширины отпечатка c и переднего угла γ приведено на рис. 2. С увеличением подачи (ширины контакта) как сила трения F, так и нормальная сила N возрастают прямо пропорционально толщине среза. С увеличением переднего угла сила трения растет, а нормальная сила уменьшается. Такой же характер в зависимости от переднего угла имеют изменения значений τ_F и σ_N В результате этого отношение сил $\frac{F}{N}$ и напряжений $\frac{\tau_F}{\sigma_N}$, выражающее собой коэффициент трения, растет с увеличением переднего угла. То, что среднее нормальное давление σ_N возрастает с увеличением толщины среза и уменьшением переднего угла, находит косвенное подтверждение в работе М. И. Клушина и М. Б. Гордона [2]. Средний ко-

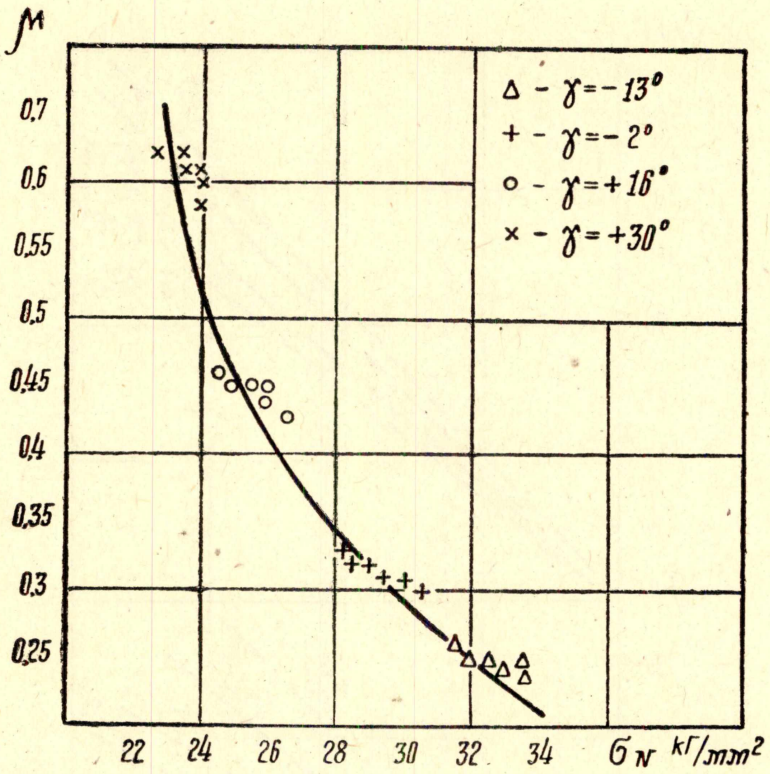

Рис. 3

эффициент трения при резании латуни практически не зависит от толщины и ширины срезаемого слоя. По Н. Н. Зореву [3], коэффициент трения обычно уменьшается с увеличением толщины среза при наличии застойной зоны. Постоянство среднего коэффициента трения при изменении толщины среза соблюдается при отсутствии нароста на передней грани, что мы и имеем при резании латуни.

Коэффициент трения зависит от нормального давления и скорости относительного скольжения трущихся поверхностей. В связи с этим при постоянной скорости коэффициент трения находится в однозначной зависимости от нормального давления в зоне контакта стружки с инструментом. На рис. 3 представлена зависимость между коэффициентом трения и нормальным напряжением, из которой видно, что μ полностью определяется величиной среднего нормального напряжения на площади контакта стружки с передней гранью инструмента.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. М. Розенберг, А. Н. Еремин. Элементы теории процесса резания металлов. Машгиз, Свердловск, 1956.

2. М. И. Клушин. Резание металлов. Машгиз, М., 1958.

3. Н. Н. Зорев. Вопросы механики процесса резания металлов. Машгиз, М., 1956.