

## ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИЗМЕНЕНИЯ ДЛИНЫ КОНТАКТА СТРУЖКИ С РЕЗЦОМ НА ПРОЦЕСС РЕЗАНИЯ

М. Ф. ПОЛЕТИКА, В. С. КУШНЕР

(Представлена проф. докт. А. М. Розенбергом)

Исследование контактных явлений на передней грани резца представляет большой практический интерес, так как не только способствует развитию теории стружкообразования, но и является одновременно одним из тех связующих мостиков, которые позволяют перейти от теории процесса образования стружки к вопросам износа и стойкости режущего инструмента и обрабатываемости металлов резанием.

Одним из методов исследования процессов, происходящих на передней грани резца, является проведение опытов с резцами, имеющими укороченную переднюю грань. Такой резец показан на рис. 1. При резании обыкновенным резцом длина контакта  $c$  — ее в этом случае уместно будет назвать естественной длиной контакта — устанавливается автоматически, так как является функцией условий резания. Применяя резец по рис. 1, мы искусственно уменьшаем длину контакта. Она теперь будет определяться длиной фаски резца.

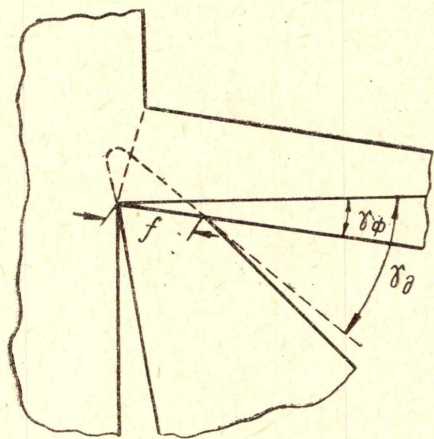


Рис. 1.

Если естественная длина контакта меняется с изменением режима резания, то длина фаски остается постоянной. Таким образом, появляется возможность отделить влияние на процесс резания длины контакта от влияния остальных факторов.

Применение описанной методики к исследованию процесса резания таит в себе возможность одной существенной ошибки, что исследователи, как правило, либо не учитывают, либо учитывают недостаточно [1, 2]. Дело в том, что резец с укороченной передней гранью создает благоприятные условия для возникновения нароста. Наши многочисленные опыты [3, 4] показывают, что при резании стали и нулевом переднем угле на фаске нарост на таком резце может существовать вплоть до очень высоких скоростей резания, причем характеризуется большой устойчивостью. Такие же выводы можно сделать из опытов М. Н. Клушина [5] по стали и меди.

Естественно, что появление нароста коренным образом изменяет процесс стружкообразования. Стружка сходит уже по наросту, причем



изменение скорости резания и подачи в этих условиях влечет за собой изменение геометрии нароста и как результат — изменение угла схода стружки, что и не учитывается исследователями.

С целью устранения этой ошибки мы сначала поставили опыты по выявлению границ существования нароста. Опыты были проведены по стали 12ХНЗ и заключались в наблюдении через микроскоп за боковой стороной зоны резания в процессе течения. Методика таких наблюдений так же, как и предназначенный для них прибор, была уже описана в литературе [6]. Резец был изготовлен и крепился как тангенциальный, что облегчало наблюдение за ним в процессе резания. Угол в плане обеспечивался поворотом резцедержателя станка. Передний угол на фаске менялся в пределах от  $-10^\circ$  до  $20^\circ$ . Длина фаски в зависимости от подачи менялась от 0,2 до 1,5 мм.

Ранее было установлено [1], что угол схода стружки ( $\gamma_0$  на рис. 1) зависит главным образом от соотношения между толщиной среза и длиной фаски резца  $a/f$ , возрастающей с его увеличением, и от скорости резания, с повышением которой он несколько уменьшается. Следовательно, нужные нам условия резания, обеспечивающие отсутствие нароста на резце с фаской, будут соответствовать относительно малым подачам и высоким скоростям резания.

Опыты подтвердили сделанные нами предположения. В качестве примера на рис. 2 приведены результаты опытов для переднего угла  $20^\circ$ . График построен в координатах (скорость резания — подача) и нанесенные на нем линии соединяют точки исчезновения нароста. Каждая из

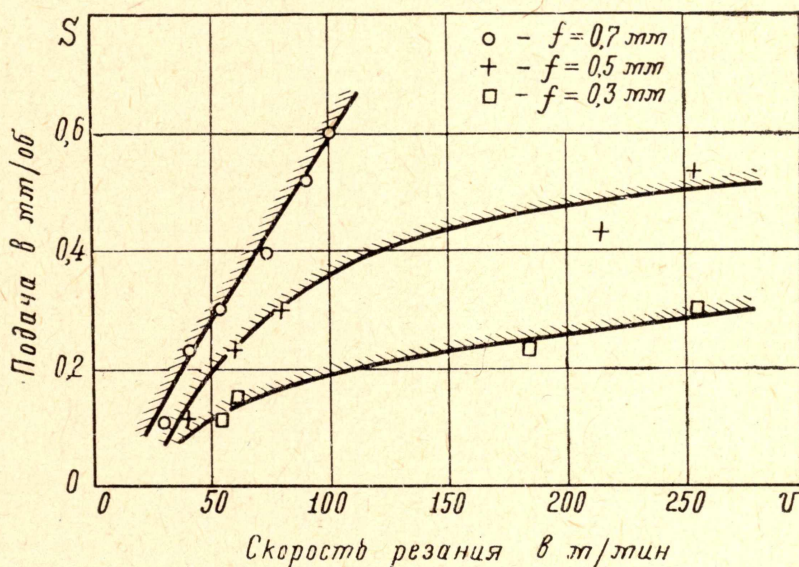


Рис. 2.

этих линий делит область параметров  $s$  и  $v$  на две половины: зону наростообразования (слева) и зону отсутствия нароста (справа).

После этого, основываясь на полученных данных и так подбирая длину фаски и режим резания, чтобы нарост всегда отсутствовал, мы провели опыты с измерением всех параметров процесса резания: усадки стружки, температуры резания, компонентов силы резания. Для сравнения был поставлен опыт с обычным резцом, обеспечивающим естественную длину контакта.

Исследование было проведено с четырьмя передними углами  $\gamma = -10^\circ, 0^\circ, 10^\circ, 20^\circ$  и неизменными значениями остальных геометри-



ческих параметров реза ( $\varphi = 70^\circ$ ,  $\alpha = 10^\circ$ ,  $\lambda = 0^\circ$ ), за исключением длины фаски, которая изменялась в соответствии с задачей исследования.

На рис. 3 приводятся результаты опытов с передним углом  $10^\circ$ . Анализируя этот график, мы, прежде всего, должны отметить, что длина передней грани заметно влияет на усадку стружки и, пожалуй, еще более значительно на составляющие силы резания. При этом если при обычном резании с естественно устанавливающейся длиной контакта ( $f = \infty$ ) с ростом скорости резания усадки стружки и сила резания уменьшается, то при искусственно стабилизированной длине кон-

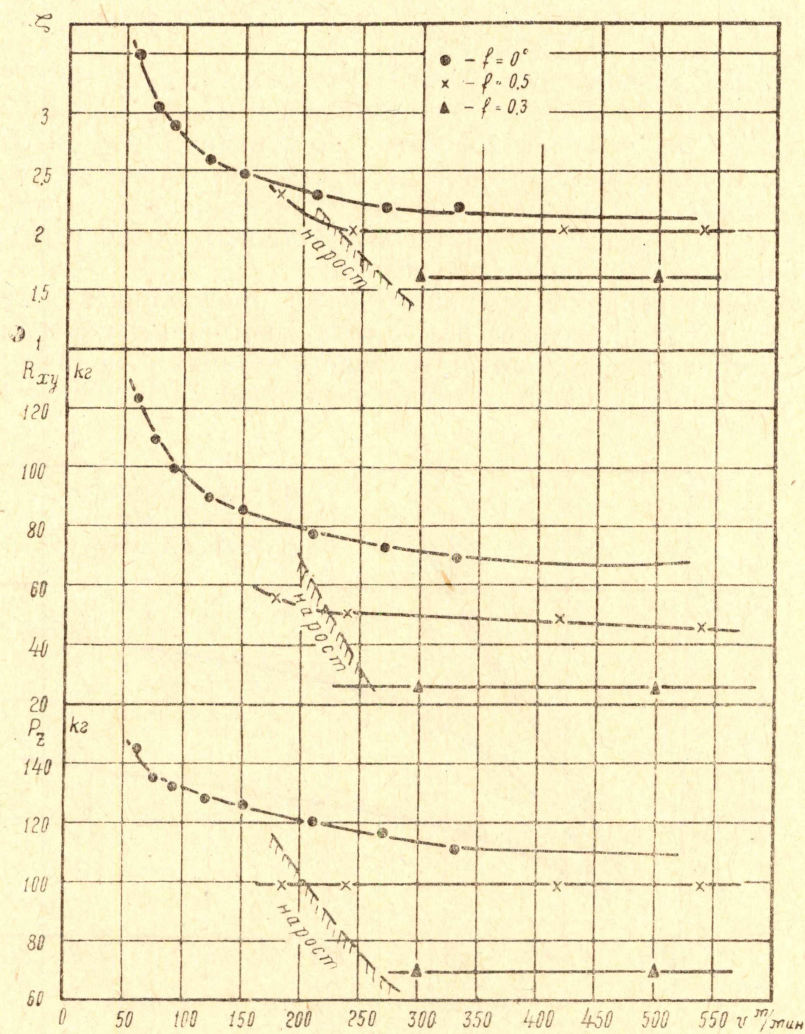


Рис. 3.

такта эти параметры от скорости практически не зависят. Загибы кривых в левой их части при  $f = 0,5$  объясняются появлением при этих режимах нароста. Таким образом, из рис. 3 следует, что длина передней грани в условиях опыта является основным параметром, управляющим процессом стружкообразования.

Более детальный анализ явлений в процессе резания с резцом с укороченной передней гранью потребовал разделения сил, действующих на передней и задней гранях резца. Для условий, обеспечивающих естественную длину контакта, мы это сделали воспользовавшись обыч-



ной методикой экстраполяции на нулевую подачу линий зависимости от подачи составляющих сил резания. Для резца с укороченной передней гранью потребовались дополнительные предположения.

В основе обычной методики выделения сил на задней грани резца, предложенной проф. докт. А. М. Розенбергом, лежит гипотеза о том, что при постоянной температуре резания усадка стружки постоянна, и для данного резца силы, действующие на передней грани, пропорциональны толщине среза, а силы на задней грани постоянны. Величина сил на задней грани определяется в первую очередь прочностными свойствами и, следовательно, степенью упрочнения поверхностных слоев под резцом. На основании этого, а также из анализа кривых зависимости сил на задней грани от скорости резания, можно заключить, что для данного обрабатываемого материала эти силы должны зависеть главным образом от усадки стружки (в дальнейшем это предположение было подтверждено экспериментами).

Изменяя длину передней грани, мы, как это видно из рис. 3, меняем усадку стружки и можем ожидать за счет этого изменения сил на задней грани. Поэтому при подсчете сил, действующих на задней грани резца с фаской, мы воспользовались результатами определения этих сил на обычном резце с учетом изменения усадки стружки.

Выделив силы на передней грани, мы подсчитали коэффициент трения, а также нормальные и касательные напряжения на фаске. Результаты этого подсчета приведены на рис. 4. Мы видим, что касательное

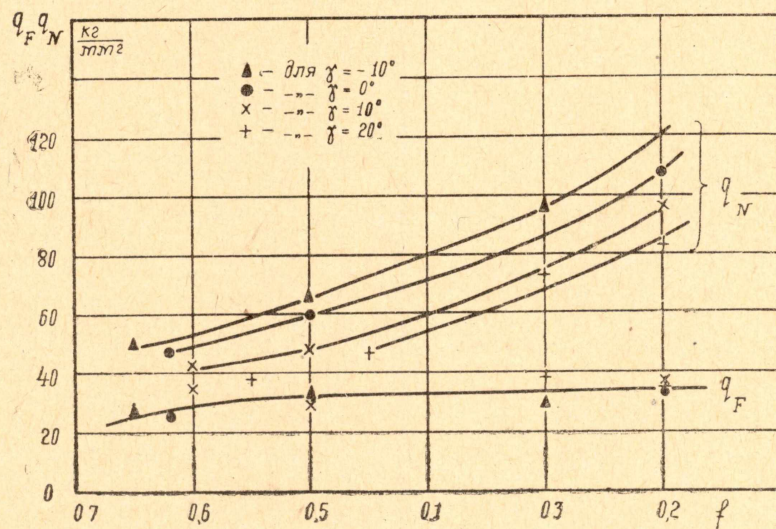


Рис. 4.

напряжение на фаске (удельная сила трения) не зависит ни от длины фаски, ни от переднего угла, оставаясь постоянной величиной, несколько большей, чем на обычном резце в тех же условиях. Нормальное напряжение резко увеличивается с уменьшением длины передней грани, за счет чего мы наблюдаем снижение коэффициента трения.

Как доказано поляризационно-оптическим методом, касательное напряжение на передней грани постоянно на пластическом участке контакта и непрерывно уменьшается (до нуля в точке отрыва стружки от резца) в области упругого контакта. Уменьшая длину передней грани до длины пластического участка, мы несколько повышаем среднее касательное напряжение. С дальнейшим уменьшением ее длины это напряжение должно остаться постоянным, что и подтверждается нашими



опытами. На основании этого можно считать, что при работе резца с укороченной передней гранью в условиях отсутствия нароста пластический участок контакта занимает всю или почти всю площадь фаски.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. П. Б. Оксли. Анализ прямоугольного резания при ограниченном контакте инструмента со стружкой. «Trans. ASME», 1962, № 4 (русский перевод).
  2. Chao B. T., Trigger K. J. — Controlled contact cutting tools. — «Trans. ASME», 81, № 2 (1959).
  3. М. Ф. Полетика. Особенности процесса резания инструментом с фаской при скоростной токарной обработке. Известия ТПИ, т. 75, 1954.
  - 4. М. Ф. Полетика. О наростообразовании на резце с укороченной передней гранью. Известия ТПИ, т. 107, 1963.
  5. М. И. Клущин. Резание металлов. Машгиз, 1958.
  6. А. Н. Еремин. Физическая сущность явлений при резании сталей. Машгиз, 1951.
-