

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛОЩАДОК КОНТАКТА РОТАЦИОННОГО ИНСТРУМЕНТА СО СТРУЖКОЙ И ЗАГОТОВКОЙ

В качестве выходной характеристики процесса ротационной обработки могут быть выбраны размеры площадок контакта инструмента со стружкой и обрабатываемой заготовкой, которые зависят от физико-механических процессов в зоне резания [1].

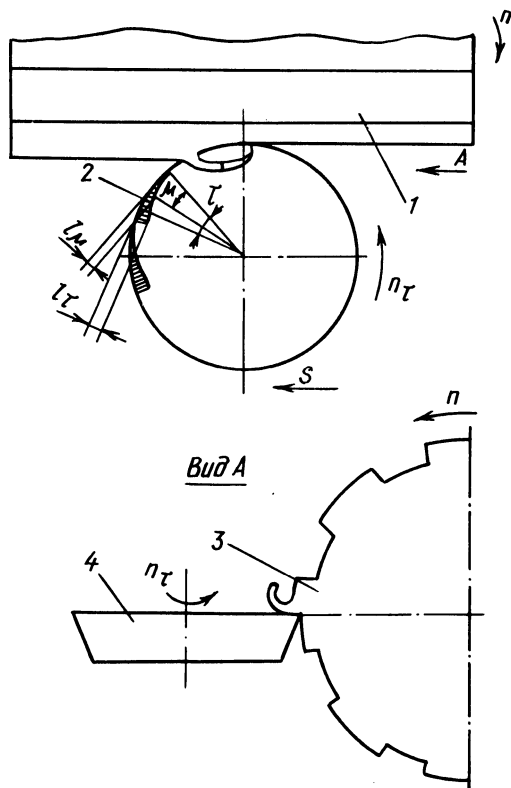


Рис. 1. Схема ротационного резания

Методика исследования площадок контакта предусматривала нанесение окрашивающего покрытия (водного раствора медного купороса) на поверхность инструмента и последующее измерение с помощью лупы Бринелля размеров площадок контакта после резания. Для изучения формы площадок контакта был предложен способ, заключающийся в следующем [2]. Использовалась заготовка 1 (рис. 1) с глубокими пазами вдоль образующей, ширина вы-

ступов $З$ между которыми принималась примерно равной длине участка режущей кромки в пределах контакта резца с заготовкой. Для того чтобы обеспечить точное многократное попадание данного участка режущей кромки на выступы заготовки, частоты вращения инструмента 4 и заготовки 1 задавались кратными, т. е. $n_r/n = 1, 2, 3, \dots, i$, где i – целое число. После резания на поверхностях инструмента образовывались четкие следы контакта 2 в пределах угла контакта τ .

С увеличением соотношения скоростей вращения инструмента и заготовки v_r/v длина контакта передней поверхности инструмента со стружкой l_n уменьшается (рис. 2, а): в интервале $v_r/v = 0 \dots 0,2$ она изменяется незначительно и имеет максимальные значения; с увеличением v_r/v от 0,2 до 0,7 l_n интенсивно уменьшается, а при $v_r/v = 0,7 \dots 1,4$ интенсивность ее уменьшения снижается. Такой сложный характер зависимости l_n от v_r/v объясняется изменением коэффициента трения между инструментом и заготовкой при увеличении скорости резания.

Увеличение скорости главного движения также приводит к уменьшению длины контакта передней поверхности вращающегося (рис. 2, а) и невращающегося инструмента со стружкой (рис. 2, б). При большей скорости главного движения максимум на кривой зависимости l_n от v_r/v для вращающегося инструмента смещается в сторону меньших значений v_r/v (рис. 2, а).

С увеличением угла поворота вращающегося инструмента длина контакта возрастает. При малых значениях угла поворота μ инструмента изменение длины контакта более интенсивное.

Аналогичный характер имеют зависимости длины контакта инструмента со стружкой от глубины резания (угла контакта), полученные по известной методике. На графике (рис. 3, б) значения μ относятся только к принудительному вращающимся и невращающимся инструментам. Сравнение результатов опытов, проведенных по известному способу определения длины контакта и предложенному, указывает на совпадение данных (отличия не превышают 3...9%).

С увеличением подачи при всех исследованных видах ротационного резания, а также при невращающемся инструменте длина контакта l_n возрастает (рис. 4 и 3, а), что связано прежде всего с увеличением толщины стружки.

Угол наклона оси вращения ω самовращающегося инструмента на зависимость l_n от μ не влияет (см. рис. 3, а). В то же время угол ω оказывает влияние на характер зависимости l_n от t (см. рис. 3, б), потому что с возрастанием ω при неизменной глубине резания уменьшается угол контакта инструмента с заготовкой и, следовательно, длина контакта.

При обработке экспериментальных данных (рис. 5) получена зависимость

$$l_n = l \sin^x \mu,$$

где l – коэффициент, равный длине контакта при $\mu = 90^\circ$.

Коэффициент l зависит от режимов резания и соответственно для вращающегося и невращающегося инструмента составляет:

$$l = \frac{c_1 S^y l}{(v_r/v)^z l}, \quad l = \frac{c_1 S^y l}{v^z l}.$$

Из представленных зависимостей (см. рис. 2...5) видно, что длина контакта $l_{\text{п}}$ в любых условиях резания при невращающемся инструменте больше, чем при вращающемся. Это можно объяснить увеличением угла схода стружки при вращении инструмента. Длина контакта при различных видах ротационно-го резания примерно одинакова. Некоторое ее увеличение при резании инструментом с прерывистой режущей кромкой или при разных направлениях векторов скоростей вращения инструмента и движения подачи обусловлено в первом случае наличием утолщений на стружке за счет межзубного пространства

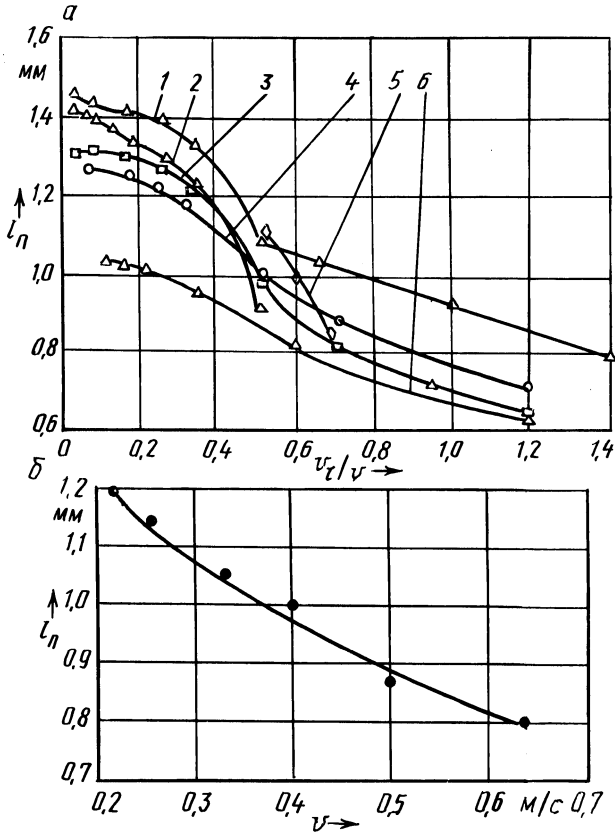


Рис. 2. Зависимость длины контакта инструмента со стружкой (заготовка из стали 50, инструмент из стали Р6М5; $\gamma = 0$, $\alpha = 12^\circ$, $d = 49$ мм, $v = 0,2$ м/с, $S = 0,3$ мм/об, $t = 2$ мм) от:

a – соотношения скоростей вращения инструмента и заготовки; *b* – скорости вращения заготовки при обработке невращающимся инструментом ($v_t/v = 0$; $t = 1$ мм); *1* – обработка принудительно вращающимся инструментом с однонаправленными \bar{v}_T и \bar{v}_S (\bar{v}_S – вектор скорости движения подачи) и прерывистой режущей кромкой; *2* – то же, $v = 0,5$ м/с; *3* – то же, с разнонаправленными \bar{v}_T и \bar{v}_S и непрерывной режущей кромкой; *4* – то же, с однонаправленными \bar{v}_T и \bar{v}_S и непрерывной режущей кромкой; *5* – самовращающимся с однонаправленными \bar{v}_T и \bar{v}_S и непрерывной режущей кромкой; *6* – то же, $t = 1$ мм

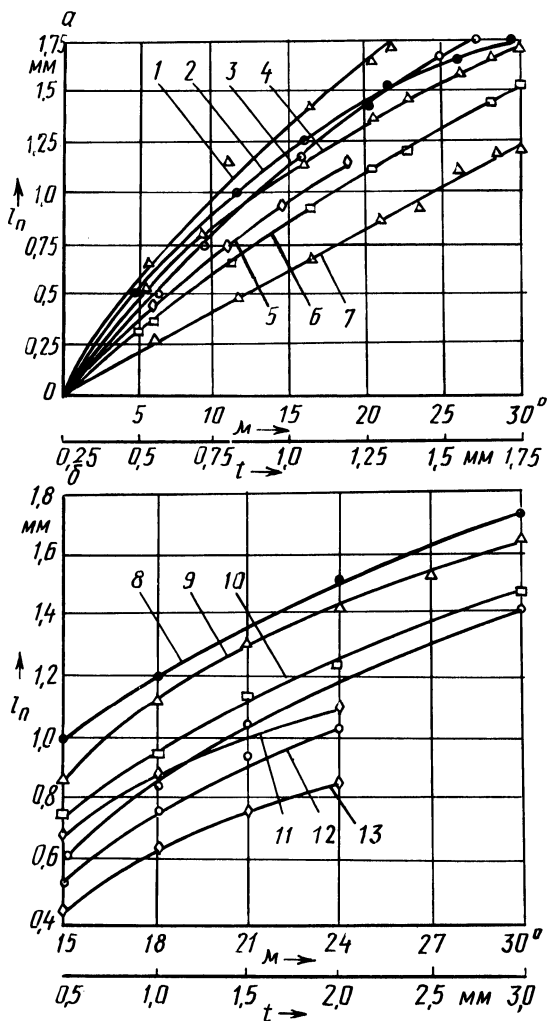


Рис. 3. Зависимость длины контакта инструмента со стружкой от угла поворота инструмента и t (условия обработки по рис. 2), полученная по способам:

a – предложенному; b – известному; 1 – при обработке принудительно вращающимся инструментом с однонаправленными \bar{v}_T и \bar{v}_S и прерывистой режущей кромкой, $S = 0,6$ мм/об; 2 – невращающимся; 3 – то же, $S = 0,3$ мм/об; 4 – то же, с непрерывной режущей кромкой; 5 – самовращающимся с однонаправленными \bar{v}_T и \bar{v}_S и непрерывной режущей кромкой, $\omega = 135^\circ$; 6 – то же, с разнонаправленными \bar{v}_T и \bar{v}_S ; 7 – то же, $S = 0,1$ мм/об; 8 – невращающимся; 9 – принудительно вращающимся с однонаправленными \bar{v}_T и \bar{v}_S и прерывистой режущей кромкой; 10 – то же, с разнонаправленными \bar{v}_T и \bar{v}_S и непрерывной режущей кромкой; 11 – то же, с непрерывной режущей кромкой; 11...13 – самовращающимся с однонаправленными \bar{v}_T и \bar{v}_S и непрерывной режущей кромкой соответственно при ω , равной 125, 135 и 145°

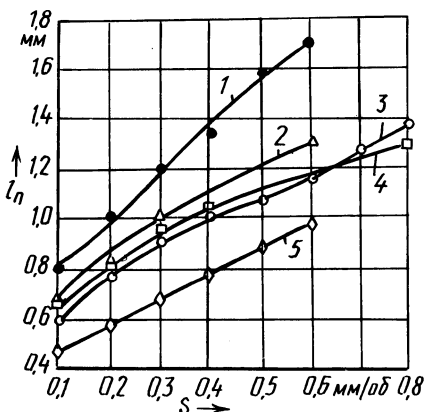


Рис. 4. Зависимость длины контакта инструмента со стружкой от подачи (условия обработки по рис. 2, $t = 1$ мм) при обработке инструментом:

1 – неврращающимся; 2 – принудительно вращающимся с однонаправленными \bar{v}_T и \bar{v}_S и прерывистой режущей кромкой; 3 – то же, с непрерывной режущей кромкой; 4 – то же, с разнонаправленными \bar{v}_T и \bar{v}_S и непрерывной режущей кромкой; 5 – самовращающимся с однонаправленными \bar{v}_T и \bar{v}_S и непрерывной режущей кромкой, $\omega = 135^\circ$

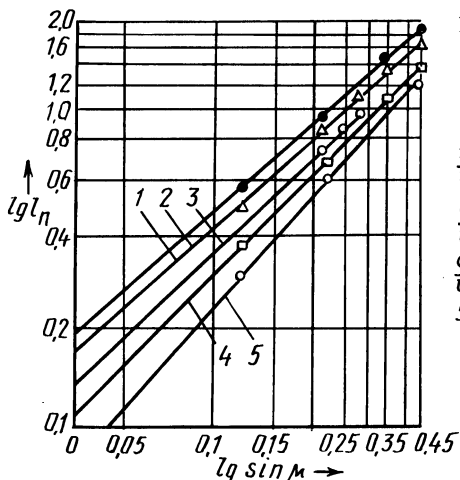


Рис. 5. Зависимость длины контакта инструмента со стружкой от угла поворота инструмента (условия обработки по рис. 2) при обработке инструментом:

1 – неврращающимся; 2 – принудительно вращающимся с однонаправленными \bar{v}_T и \bar{v}_S и прерывистой режущей кромкой; 3 – самовращающимся с однонаправленными \bar{v}_T и \bar{v}_S и непрерывной режущей кромкой, $\omega = 135^\circ$; 4 – то же, с разнонаправленными \bar{v}_T и \bar{v}_S и непрерывной режущей кромкой; 5 – то же, с непрерывной режущей кромкой

инструмента, а во втором изменением толщины среза от максимального значения к минимальному.

Длина площадки контакта инструмента с заготовкой по задней грани исследовалась при тех же переменных параметрах, что и длина контакта по передней поверхности. В результате было установлено, что во всех опытах длина контакта по задней грани практически мало изменялась и в большинстве случаев для острозаточенного инструмента принимала значения, близкие к 0,1 мм.

Таким образом, на основании проведенных экспериментальных исследований площадок контакта инструмента со стружкой и обрабатываемой заготовкой можно сделать следующие выводы.

1. Разработанный способ определения зависимости длины контакта от угла поворота инструмента позволяет изучать форму площадок контакта в определенный момент времени и корректировать процесс резания.

2. Зависимость длины контакта от угла поворота ротационного инстру-

мента и подачи обуславливается в основном изменением толщины срезаемого слоя в пределах угла контакта.

3. Длина контакта инструмента со стружкой при вращающемся инструменте на 10...25 % меньше, чем при невращающемся. Если векторы скоростей вращения инструмента и движения подачи направлены в разные стороны, то длина контакта больше, чем при резании с одинаковым их направлением. Это особенно заметно при малых толщинах среза и свидетельствует о преимуществах принудительно вращающегося инструмента перед самовращающимся и невращающимся.

ЛИТЕРАТУРА

1. Новоселов Ю.А., Попок Н.Н. Классификация видов ротационного резания // Машиностроение. – Мн.: Вып. шк., 1983. – Вып. 8. – С. 47–53. 2. А. с. 994115 СССР. Способ определения длины контакта стружки с передней поверхностью инструмента / В.А. Данилов, В.А. Петров, Н.Н. Попок.

УДК 621.914.1

А.Л. АБУГОВ, И.Л. БАРШАЙ,
Е.Э. ФЕЛЬДШТЕЙН

ФОРМИРОВАНИЕ МИКРОПРОФИЛЯ ЕДИНИЧНОГО СРЕЗА ПРИ ИГЛОФРЕЗЕРОВАНИИ

С целью изучения процесса иглофрезерования были проведены экспериментальные исследования микрорезания иглой на токарном станке мод.16К20 (рис. 1). Приспособление для крепления иглы 6, состоящее из диска 3, зажи-

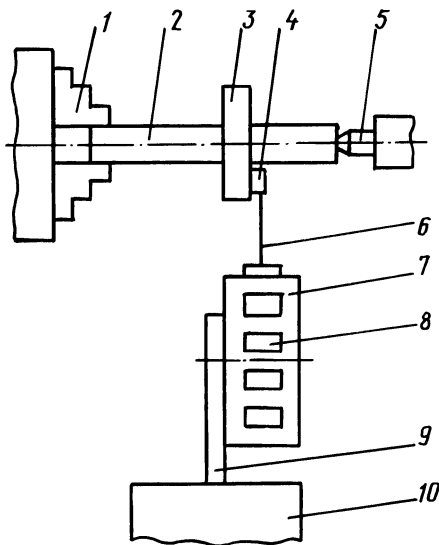


Рис. 1. Схема установки для микрорезания иглой

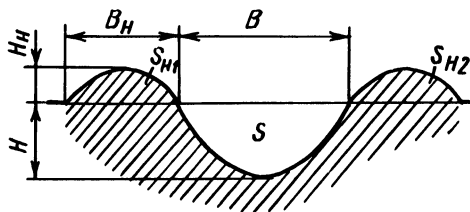


Рис. 2. Микропрофиль единичного среза