

**ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ  
ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ДЕФОРМИРОВАННОЙ ЛАТУНИ ЛС-59-1**

В. И. КАРНОВ

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

Влияние предварительной деформации металла на основные, хотя бы самые главные характеристики процесса резания, является вопросом новым в теории резания металлов и представляет собой несомненный практический и теоретический интерес. Действительно, если в разделах, касающихся «универсальных» вопросов процесса резания, разработаны совершенно четкие и незыблемые положения, то в данном вопросе сделано пока еще очень мало.

При любом виде обработки металлов резанием режущий инструмент превращает в стружку металл, который предварительно претерпел некоторую степень деформации. Это обстоятельство в большинстве случаев не учитывается, хотя ряд исследователей [1, 2] указывают, что режущий инструмент всегда удаляет предварительно деформированный наклепанный слой металла, находящийся непосредственно под срезаемым слоем. Сильной пластической деформации подвергаются не только срезаемый слой металла, но и слой, находящийся ниже линии среза. Вначале этот слой испытывает деформацию растяжения, а затем, при проходе резца под его давлением, деформацию сжатия.

При этом происходит упрочнение или наклеп поверхностного слоя обрабатываемого металла.

Наклепанный слой по своим физико-механическим свойствам отличается от свойств основного обрабатываемого металла, меняются свойства и структура наклепанного слоя металла. Изменение структуры сводится к тому, что зерна металла дробятся на более мелкие части, возникают внутренние напряжения в зернах, искажается кристаллическая решетка, и наконец, образуется некоторая определенная ориентировка кристаллов или текстура. Физико-механические свойства обрабатываемого металла и его состояние во многом определяют процесс стружкообразования, сопутствующие ему деформации, а значит, и силы сопротивления.

Мы в своих исследованиях поставили перед собой задачу — выяснить, как предварительная деформация металла будет сказываться на процессе резания малопластичной латуни. В наших опытах точению подвергалась как обычная, так и предварительно сжатая латунь ЛС-59-1. Было проведено две степени сжатия. При первой степени сжатия образец высотой  $h_0 = 90,5$  мм сжимался до размера  $h = 72,5$  мм, чему соответствует отношение  $\frac{h_0}{h} = 1,25$  и значение относительного

сдвига  $\varepsilon = 1,5 \ln \frac{h_0}{h} = 0,335$ . Второй раз образец был сжат до размера высоты  $h = 60$  мм, отношение  $\frac{h_0}{h}$  при этом было равно 1,5, а

относительный сдвиг  $\varepsilon = 0,62$ . Резание обычной и предварительно деформированной латуни производилось с одной установки резца, с тем, чтобы устранить влияние случайных факторов при измерении сил резания. Одновременно с измерением сил резания измерялась площадь контакта стружки с передней гранью режущего инструмента, длина пути образования одного элемента, угол сдвига  $\beta_1$ , а также изучалось распределение микротвердости в зоне резания и в снятой стружке.

В результате исследования получена совершенно определенная закономерность: силы резания уменьшаются с увеличением степени предварительной деформации. Измерение угла сдвига в процессе резания показало, что величина этого угла увеличивается с увеличением степени деформации металла, длина же контакта образующейся стружки с передней гранью инструмента уменьшается. Значения углов  $\omega$  и  $\eta$ , касательного и нормального напряжений и коэффициента трения на передней грани инструмента, рассчитанные по известным формулам, приведены в следующей таблице.

Т а б л и ц а 1

$\varepsilon$	$\beta_1^0$	$\omega^0$	$\eta^0$	$\tau_p \frac{\text{кг}}{\text{мм}^2}$	$\tau_F$	$\sigma_N$	$\mu$
0	38	27	14	23,6	8,4	33	0,254
0,335	42	22	9	23,1	5,05	32	0,16
0,62	45	16,5	3,5	23,2	1,88	30,5	0,062

Как видно из приведенной таблицы, с увеличением степени предварительной деформации латуни при увеличении угла сдвига  $\beta_1$ , значения угла наклона равнодействующей  $\omega$ , угла трения  $\eta$  и коэффициента трения  $\mu$  уменьшаются. Уменьшаются также касательное и нормальное напряжения на передней грани режущего инструмента. Расчет же касательных напряжений в плоскости сдвига показал, что их величина не зависит от степени предварительной деформации металла и численно равна касательному напряжению в плоскости сдвига при резании обычной латуни [3]. Так как касательные напряжения остаются постоянными, то очевидно, что к уменьшению сил резания приводит для предварительно сжатой латуни увеличение угла сдвига  $\beta_1$ .

Физически это явление можно объяснить, по-видимому, следующим образом. Деформированная латунь имеет повышенную по сравнению с исходным металлом твердость, а с изменением твердости, как известно, связано изменение механических свойств металла. Чем больше степень предварительной деформации, тем менее пластичным становится металл. У менее пластичного металла меньше деформация в процессе образования элемента, и тем ближе его форма от трапециевидной приближается к треугольной (соответственно уменьшается зона деформации). Вследствие того, что угол сдвига  $\beta_1$  при увеличении степени предварительного сжатия увеличивается при неизменном касательном напряжении в плоскости сдвига — уменьшается работа деформации сдвига, а это приводит к уменьшению сил резания.

Уменьшение сил резания с увеличением степени предварительной деформации (уменьшение площади сдвига при постоянном касательном

напряжении) можно объяснить также и следующим образом. Как известно, всякий процесс пластической деформации имеет сдвиговую природу, и поэтому он характеризуется линиями максимальных касательных напряжений, то есть линиями сдвигов. Из граничных условий

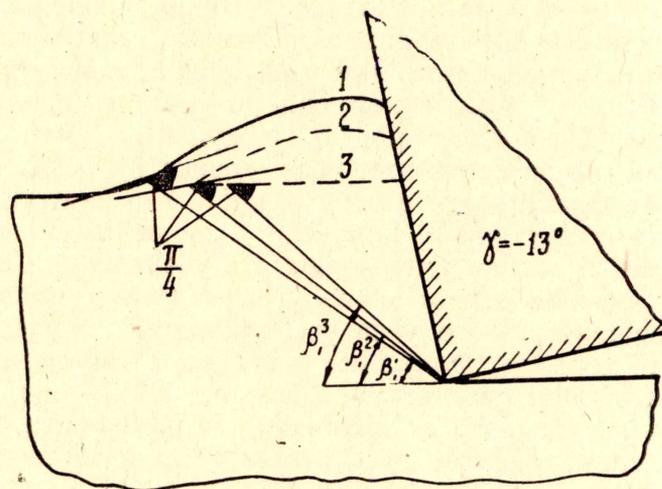


Рис. 1.

на свободной поверхности стружки, где внешние нагрузки отсутствуют, следует, что все линии сдвигов должны составлять с касательными к этой поверхности одинаковые углы, равные  $\frac{\pi}{4}$ .

Для выполнения этого условия на рис. 1 приведено качественное объяснение увеличения угла сдвига  $\beta_1$  при увеличении степени предварительной деформации. На указанном рисунке цифрой 1 обозначен контур свободной поверхности стружки обычной латуни, цифрой 2 — для латуни, имеющей первую степень сжатия, и цифрой 3 — для последующей стадии, когда металл становится наиболее хрупким. Линии сдвигов (для простоты они приняты прямыми) должны быть наклонены под различными углами  $\beta_i$  к скорости резания, с тем, чтобы с касательными к поверхности своих контуров они составляли угол в  $45^\circ$ . Из рис. 1 ясно видно увеличение угла  $\beta_1$  с увеличением пластической деформации от образца 3 (наиболее деформированного) к образцу 1 для обычной латуни  $\beta_1^3 > \beta_1^2 > \beta_1^1$ .

При резании обычной латуни длина пути образования одного элемента (шаг элементов) не зависит от скорости резания, а резко увеличивается с увеличением подачи и менее интенсивно с увеличением переднего угла инструмента (рис. 2). Как показали опыты при резании предварительно сжатой латуни, шаг элементов уменьшается с увеличением степени деформации (рис. 3). Здесь приведены зависимости шага элементов от степени предварительной деформации для инструмента с передним углом  $\gamma = 13^\circ$ . Это положение полностью согласуется с данными, полученными М. Э. Иткиным [4], который установил, что вязкие металлы дают больший рост шага элементов с увеличением подачи. Так, для стали ЭИ 437, М. Э. Иткин получил шаг элементов по размеру в 2,5 раза меньше, чем для стали 45.

Что же касается твердости стружек и боковой поверхности зоны резания, то измерение их показывает, что форма и размеры напряженной зоны при резании предварительно деформированной латуни полностью совпадают с таковыми для обычной латуни. И в этом случае напряженная зона, выявленная измерением микротвердости на прибо-

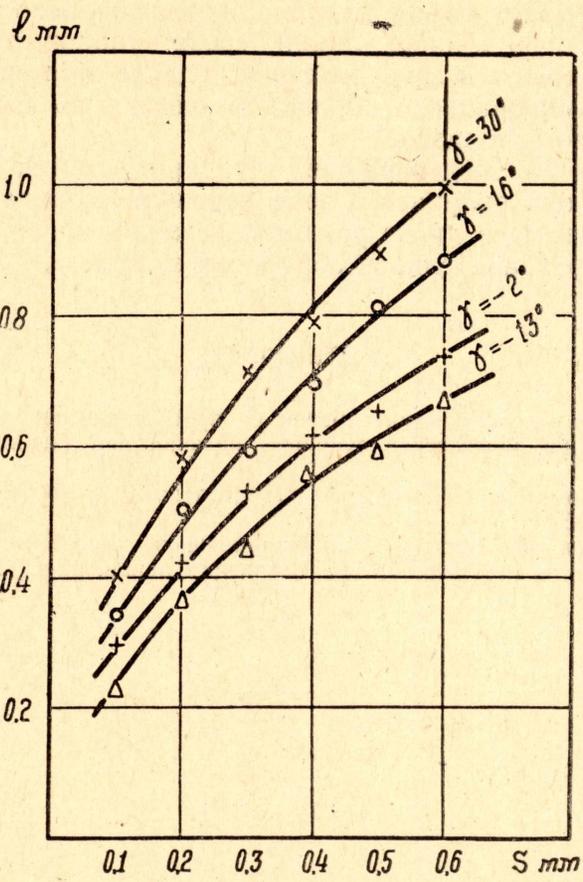


Рис. 2.

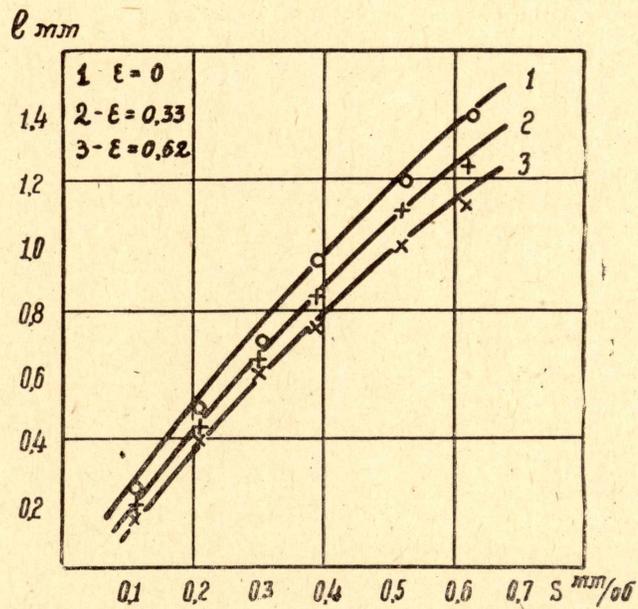


Рис. 3.

ре ПМТ-3, охватывает объем металла, который расположен не только за линией сдвига, но и ниже линии среза. Максимальная величина твердости имеет место в зоне конечного сдвига элемента, и она равна твердости деформированного образца в опытах по сжатию в момент разрушения данного образца.

Все это еще раз подтверждает, что при резании малопластичной латуни ЛС-59-1, она получает в зоне конечного сдвига предельное упрочнение, не зависящее ни от режимов резания, ни от геометрии инструмента, ни от предварительной обработки металлов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. В. С. Кудрявцев. Влияние смазки на процесс резания меди. Машгиз, 1951.
  2. А. Н. Еремин. Физическая сущность явлений при резании сталей. Машгиз, 1951.
  3. В. И. Карнов, Ю. А. Розенберг. Исследование процесса резания латуни. Изв. ТПИ, т. 133, 1965.
  4. М. Э. Иткин. Исследование влияния режимов резания и геометрии инструмента на шаг элементов стружки. Труды Казанского авиац. ин-та, вып. 52, 1960.
-