

ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА

М. И. Аруцян

**Физические основы элементов оптимальной геометрии
режущего инструмента**

(Представлено И. В. Егиазаряном 26 VIII 1946)

Характеристика процесса стружкообразования оказывает существенное влияние на стойкость режущего инструмента, но наряду с этим состояние и геометрия режущего инструмента, в свою очередь вносит свои изменения в геометрию стружки и физико-механические свойства, как срезанной стружки, так и слоя металла за линией среза. Микро-рельеф обработанной поверхности детали, физико-механические свойства поверхностного слоя и его глубина диктуют стойкость детали в эксплуатации.

Вопросам динамики стружкообразования, факторам, влияющим на стойкость инструмента и состояние поверхностного слоя, вообще посвящены многочисленные исследования, в основном экспериментального характера [работы проф. Беспрозванного (¹), проф. Кривоухова (²), проф. Каширина (³) и др.].

Исследований, посвященных взаимосвязи между главнейшими показателями формоизменения детали почти нет. ГОСТ, принятый для геометрии резцов, связывает геометрию со статическими показателями механических свойств обрабатываемого металла, между тем, геометрия режущего инструмента и в частности резца должна быть увязана с динамическими свойствами обрабатываемого металла.

В настоящей работе, состоящей из двух частей, на основе аналитического и экспериментального изучения процесса стружкообразования и динамики затупления режущего инструмента приводится новая методика определения оптимальной геометрии резца, в первой ее части, посвященной переднему углу.

Вторая часть работы посвящена заднему углу и будет освещена позже.

Основным элементом геометрии резца является передний угол γ_1 , от величины которого зависит качество обработанной поверхности, стойкость инструмента и удельный расход энергии (⁴).

При обработке тел вращения действительный передний угол резца складывается:

$$\gamma = \gamma_1 + \gamma_2 \pm \gamma_3,$$

где γ_1 — оптимальное искомое значение переднего угла,

γ_2 — абсолютное значение предельного отклонения от номинала, зависящее от степени технической оснастки заточного отделения, а

γ_3 — величина, на которую изменяется передний угол в зависимости от установа резца относительно линии центров.

Возможны варианты, когда: $\pm \gamma_2 \pm \gamma_3 = 0$.

Поэтому основное внимание должно уделяться выбору оптимального значения переднего угла резца.

В условиях постоянной скорости резания, находящейся в интервале между точками Франка и Рапатца, при малых значениях γ_1 , усилие, передаваемое от резца срезаемому слою и ориентированное по Герцу, используется на пластическое сжатие, а не откалывание элементов стружки. Развитие плоскостей Людерса затруднено, со всеми вытекающими отсюда обстоятельствами.

В той же зоне скоростей резания, повышенные значения γ_1 содействуют быстрому истощению теплового запаса резца.

В первом случае, в связи с тем, что значительная доля работы резания поглощается стружкой на свою деформацию, изнашивающие свойства ее повышаются и процесс затупления резца меняет свою характеристику.

При резании в зоне скоростей, превышающих точку Рапатца, существенную роль приобретают вопросы количества элементов стружки и частота расположения плоскостей откалывания, а не величина скольжения элементов стружки по ним.

Это означает, что, с увеличением скорости резания, при обработке одного и того же вязкого металла, величина переднего угла может быть изменена в меньшую сторону, за счет чего может быть увеличен тепловой запас резца.

Исходя из угла наклона плоскостей откалывания к направлению действующей силы и основных требований, предъявляемых к обдирочным резцам, предельное значение переднего угла должно быть

$$\gamma_{1\max} = 45^\circ$$

Но наряду с этим резкое снижение теплосодержания резца приводит к чувствительному сокращению стойкости резца, тем самым ухудшая экономические показатели процесса резания. Этим и объясняется принятые производством значения γ_1 , лежащие в пределах между 0° и 30° .

Для возможности аналитического определения величины γ_1 необходимо при всех условно равных прочих источниках теплообразования, сравнить количество тепла, выделяемого в процессе стружкообразова-

ния в результате пластической деформации Q и интенсивность его выделения с тепловым барьером резца I .

Величина Q может быть оценена по уравнению

$$Q = \frac{\sigma_0 F_0 K^m (h_0 - h)}{427.1000} \text{ ккал},$$

где σ_0 — предел текучести обрабатываемого металла при температуре стружки, F_0 — сечение стружки, $K = \frac{h_0}{h}$ коэффициент, характеризующий степень усадки стружки, являющийся функцией переднего угла γ_1 и скорости резания V (см. таблицу).

№ значения	Значения K при скорости резания V м/мин					
	10	20	40	70	100	150
1 $\gamma = 0^\circ$	2,0	1,93	3,6	2,7	1,30	—
2 $\gamma = 8^\circ$	1,87	2,10	3,58	2,65	1,35	1,5
3 $\gamma = 15^\circ$	2,0	1,72	3,30	2,05	1,41	1,58
4 $\gamma = 25^\circ$	2,0	2,0	2,43	2,08	1,5	1,64

Величина же I в зависимости от γ_1 не поддается аналитическому определению, а потому и сравнение этих величин усложнено.

Однако, совершенно ясно, что с увеличением переднего угла температурный барьер резца понижается из-за уменьшения теплосодержания резца. Между тем количество тепла, выделяемого в процессе стружкообразования, отнесенное к единице длины стружки при условии, что какая-то определенная часть этого тепла перейдет в резец, с увеличением переднего угла уменьшается в связи с уменьшением „ K “, как это видно из приведенной таблицы.

С другой стороны уменьшение средней температуры стружки может привести к увеличению предела текучести.

В этом свете исключительный интерес представляет замечание Эрнста, экспериментально установившего, что при применении сверхвысоких скоростей резания, значения γ_1 должны носить отрицательный характер.

Развивая наши исследования мы решили сопоставить значение σ_0 по Кольману со значениями „ K “ при различных значениях температуры.

Это сопоставление показало, что с увеличением скорости резания предел текучести обрабатываемого металла падает быстрее, чем коэффициент усадки стружки, причем кривые, характеризующие изменение обеих величин от температуры, имеют „колокольный“ характер с экстремумом в зоне температур 250° — 300° С.

Анализ этих данных приводит к следующим мыслям:

1. Если необходимо получить определенный микрорельеф обраба-

тываемой поверхности, то необходимо получить определенное значение коэффициента усадки стружки „К“.

2. Коэффициент усадки стружки является функцией переднего угла и скорости резания.

$$K = \varphi(V, \gamma_1)$$

3. Так как влияние „V“ на „К“ выражено резче, чем влияние „ γ_1 “ на „К“ (см. таблицу), а характер их влияния прямо противоположный, то появляется возможность с увеличением скорости резания уменьшить значение γ_1 при обработке одного и того же металла.

4. Уменьшение γ_1 с увеличением скорости резания не вызывает особых противоречий, поскольку с уменьшением γ_1 увеличивается запас тепла в резце и отодвигается зона критической температуры.

Применение отрицательного переднего угла при работе с высокими скоростями резания может рассматриваться, как принцип резания в горячем состоянии с нагревом в процессе резания механическим путем.

В этом случае его можно в техникоэкономическом разрезе сравнить с принципом предварительного нагрева помощью токов высокой частоты.

Тбилисский Институт инженеров
Железнодорожного транспорта
Тбилиси, 1946, июль.

Մ. Հ. ԱՌՅՈՒՄՅԱՆ

Կտրիչ գործիքի օպտիմալ երկրաչափությունը էլեմենտների ճիգիկալան
հիմունքները

Կտրիչի օպտիմալ երկրաչափությունը ընտրելիս անհրաժեշտ է հաշվի առնել կտրելու արագության դասն, որի համար նախատեսված է կտրիչը:

Կտրելու արագությունն աճելացնելիս γ_1 նշանակությունը կարող է նվազելով բացասականի վերածվել:

M. H. Arjutsian

The Physical Foundation of Elements Optimal Geometry of Cutting Instruments

When choosing the optimal geometry of the cutter, it's necessary to take in consideration the zone of the cutting speed to which the cutter is provided.

With increasing the cutting speed, the value of γ_1 may, decreasing, pass to negative quantity.

ЛИТЕРАТУРА

1. Проф. И. М. Беспрозванный. Физические основы учения о резании металлов, 1941.
2. Проф. В. А. Кривоухов. Деформирование поверхностного слоя металла в процессе резания, 1945.
3. Проф. А. И. Каширин. Исследование вибрации при резании металлов, 1944.
4. Проф. М. В. Касьян. Модуль пластичности, как показатель обрабатываемости металлов, 1946.
5. Проф. В. Д. Кузнецов. Физика твердого тела-3, 1944.