

ПУТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РЕЗЦОВ НОВОЙ ГЕОМЕТРИИ

Текст сообщения на межвузовской научной конференции по современным проблемам резания металлов (Тбилиси, 1958 г.)

В. П. КОШАРНОВСКИЙ

Исследования в области резания металлов осложнены наличием большого количества взаимосвязанных параметров. Поэтому установить оптимальные режимы резания и разработать рациональную геометрию режущего инструмента можно лишь после выполнения большого объема экспериментальных работ с последующими подсчетами.

Электронно-вычислительные машины открыли и в области резания металлов широкие возможности решения различного рода сложных задач при незначительной затрате времени. В связи с этим возникла проблема установления математических зависимостей между параметрами, определяющими условия резания металлов.

Особый интерес представляет математическая интерпретация зоны резания (геометрии режущего лезвия, формы стружки и линий течения металла) в единой системе координат.

В настоящей статье рассматривается лишь один из вопросов указанной проблемы, а именно: математическая интерпретация и обобщение форм лезвий режущих инструментов и отыскание путей проектирования резцов новой геометрии.

Резцы, как и весь режущий инструмент, можно разделить на две группы: нормализованные, изготавливаемые в большинстве случаев специализированными заводами, и специальные, которые проектируются и изготавливаются машиностроительными заводами.

Систематизацией материалов по проектированию инструментов практически никто не занимается. В литературе почти нет данных о том, как проектировать специальный инструмент и, в частности, — специальные резцы. Имеющиеся сведения по режущему инструменту дают лишь общие указания и совершенно не затрагивают проблемных вопросов в области проектирования режущего инструмента [1].

Однако новаторами производства и инструментально-конструкторскими бюро непрерывно создаются режущие инструменты новой геометрии. Исследование их идет весьма медленно и только после внедрения в промышленность.

Нами предлагается методика создания новых типов резцов и систематического их исследования для отбора наиболее высокопроизводительных и стойких.

На первом этапе решения этого вопроса исследуются резцы для свободного резания с $\lambda = 0$. Это приводит к решению плоской задачи.

Профили передней и задней режущих поверхностей рассматриваются в прямоугольной системе координат n, z с началом координат, лежащим на главной режущей кромке, и осями, расположенными в

главной секущей плоскости. Ось l имеет направление, совпадающее с направлением схода стружки, а ось z ей перпендикулярна и направлена вверх.

В этом случае мы будем иметь возможность линии пересечений передней и задней режущих поверхностей с плоскостью представить в виде двух или нескольких уравнений. Так, например, резец с плоскими

Формы передней грани Формы задней грани		№№ групп передней грани					Уравнения задней режущей поверхности
		I_n	II_n	III_n	IV_n	V_n	
№№ групп задней грани	I_3						$z = a_1 n$; при $n \geq 0$
	II_3						$z = \begin{cases} a_1 n, & 0 \leq n \leq n_0 \\ a_2 n + c_2, & n > n_0 \end{cases}$
	III_3						$a n^2 + 2b n z + c z^2 + 2d n + 2e z = 0$
	IV_3						$z = a_1 n$, при $0 \leq n \leq n_0$ $(n-a)^2 + (z-b)^2 = (n_0-a)^2 + (a_1 n_0 - b)^2$; при $n > n_0$
	V_3						$z = -a n^2$ при $0 \leq n \leq n_0$ и $a > 0$ $(n-a)^2 + (z-b)^2 = R^2$ при $n > n_0$
Уравнения передней режущей поверхности		$z = a_1 n$, при $n \geq 0$	$z = \begin{cases} a_1 n, & \text{при } 0 \leq n \leq n_0 \\ a_2 n + c_2, & n > n_0 \end{cases}$	$a n^2 + 2b n z + c z^2 + 2d n + 2e z = 0$	$z = a_1 n$, при $0 \leq n \leq n_0$ $(n-a)^2 + (z-b)^2 = (n_0-a)^2 + (a_1 n_0 - b)^2$ при $n > n_0$	$z = -a n^2$ при $0 \leq n \leq n_0$ и $a > 0$ $(n-a)^2 + (z-b)^2 = R^2$ при $n > n_0$	Существующие профили резцов I_n первая группа передней режущей поверхности I_3 первая группа задней режущей поверхности

Рис. 1. Классификация существующих и возможных профилей резцов.

передней и задней гранями можно представить двумя уравнениями прямых, проходящих через начало координат.

Для передней грани — $z_n = a_n n_n$.

Для задней грани — $z_z = a_z n_z$.

Здесь a_n и a_z — угловые коэффициенты, равные соответственно $\operatorname{tg} \gamma_1$ и $\operatorname{tg} \alpha_1$. Значок i при γ и α указывает, что углы рассматриваются в системе координат n, z .

После обобщения данных по конструкции нормальных резцов и резцов, предложенных новаторами производства и исследователями, стало очевидным, что существующие и возможные профили резцов укладываются всего в 25 групп (рис. 1).

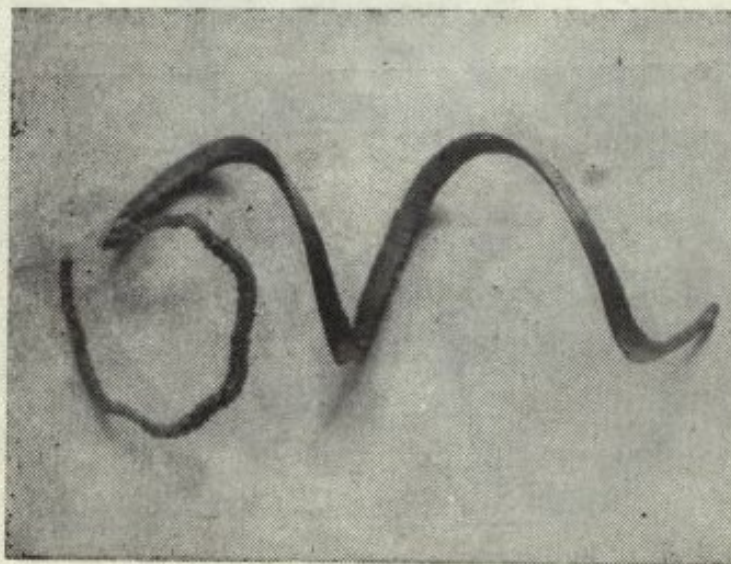
Если рассмотреть только переднюю режущую поверхность, то классификация будет выглядеть следующим образом:

1-я группа — резцы с плоской передней режущей поверхностью. Профиль может быть задан уравнением прямой $z = an$ при $n \geq 0$.

2-я группа — резцы с плоской передней режущей поверхностью и фаской.



а



б

Рис. 2. Разделение стружки на лезвии резца при точении ст. 3 — эффект С. Н. Морозенко.

а) Стружка на лезвии резца. Порожек на резце $b=1,0$ мм; $h=0,5$ мм; б) Режим резания: $t=1,25$ мм; $s=0,58$ мм/об; $v=30,1$ м/мин.

$$z = \begin{cases} a_1 n; & 0 \leq n \leq n_0; \\ a_2 n + c_2; & n > n_0 \end{cases}$$

где $z = a_1 n$ — определяет положение фаски, а $z = a_2 n + c_2$ — положение режущей поверхности и n_0, z_0 — координаты точки пересечения рассматриваемых прямых.

К этой же группе отнесены резцы с порошками, приводящими к стружколоманию, снижению P_z или к разделению стружки на лезвии на два или три самостоятельных потока (эффект Морозенко, рис. 2 а, б, в, г, д).

3-я группа — резцы с криволинейной режущей поверхностью.

$$an^2 + 2bnz + cz^2 + 2dn + \varepsilon ez = 0.$$

4-я группа — резцы с криволинейной режущей поверхностью и фаской.

Фаска — $z = a_1n$; при $0 \leq n \leq n_0$.

Выкружка — $(n - a)^2 + (z - b)^2 = (n_0 - a)^2 + (a_1n_0 - b)^2$; при $n \geq n_0$.

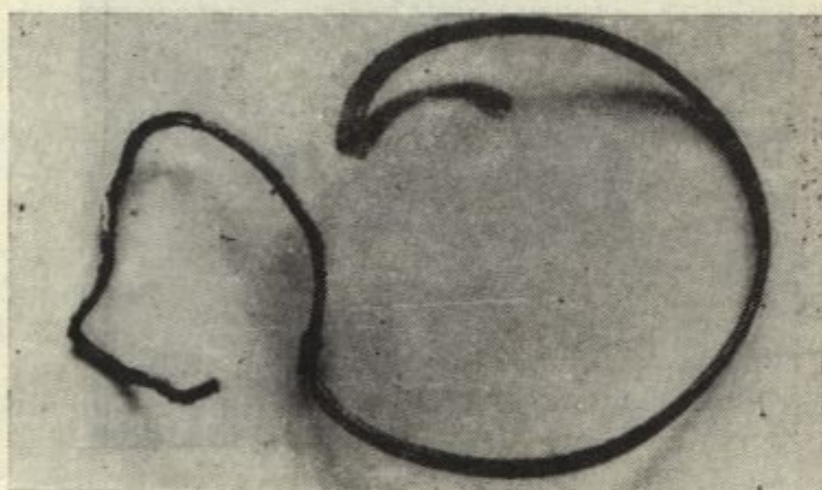


Рис. 2. а) Режим резания: $t=1,25$ мм; $s=0,496$ мм/об; $v=31,5$ м/мин. б) Режим резания: $t=1,5$ мм; $s=0,496$ мм/об; $v=37,8$ м/мин.

Вместо дуги окружности, определяющей выкружку на резце для завивания стружки, может быть взята любая кривая. В последнем случае второе уравнение должно быть соответственно изменено.

5-я группа — резцы с профилем, состоящим из двух кривых второго порядка, плавно сопрягающихся друг с другом. В общем виде такого рода профили могут быть заданы двумя уравнениями:

$$f(n, z) = 0; \quad \text{при } 0 \leq n \leq n_0,$$

$$\varphi(n, z) = 0; \quad \text{при } n \geq n_0.$$

Впервые резцы этой группы были предложены М. М. Ламмом. Они известны в литературе под названием «удобообтекаемые резцы». Профили этих резцов строились «на глаз».

В 1952 г. при помощи разработанной нами методики были найдены уравнения для построения профиля удобообтекаемого резца, который оказался параболическим.

$$z = -an^2; \text{ при } 0 \leq n \leq n_0 \text{ и } a > 0,$$

$$(n-a)^2 + (z-b)^2 = R^2 \text{ при } n \geq n_0.$$

В 1955 г. наладчик Харьковского тракторного завода А. Гутин предложил «синусоидальные резцы» [2].

В 1956 г. нами был спроектирован, изготовлен и испытан резец с эллиптическим профилем. Можно представить себе резцы с гиперболическим, тангенциальным и другими профилями.



Рис. 2. д) Режим резания: $t=1,25$ мм; $s=0,496$ мм/об; $v=22,5$ м/мин.

Применяя эту методику к задней режущей поверхности при неизменной передней, мы получим также 5 групп резцов.

Обобщив рассмотренные две классификации, мы можем создать 25 групп резцов различных профилей. Так, например, резцы с плоской задней гранью могут иметь любую переднюю режущую поверхность из ранее перечисленных 5 групп, резцы с двойной заточкой задней грани могут иметь те же 5 различных профилей передних режущих поверхностей и т. д.

Для заточки резцов любого профиля в производственных условиях нами разработано копирное заточное приспособление (рис. 3). Заточка опытных образцов легко выполняема по шаблону.

Профиль резца, кроме того, может иметь различные скругления лезвия, переходные кромки, радиусы и т. п. Эти элементы геометрии

резцов нами названы «малой геометрией». Новый резец свой профиль сохраняет непродолжительное время, так как подвергается износу.

Вопросы «малой геометрии» и динамики изменения профиля резца по мере его износа в настоящей статье не рассматриваются, так как представляют специальный вопрос.

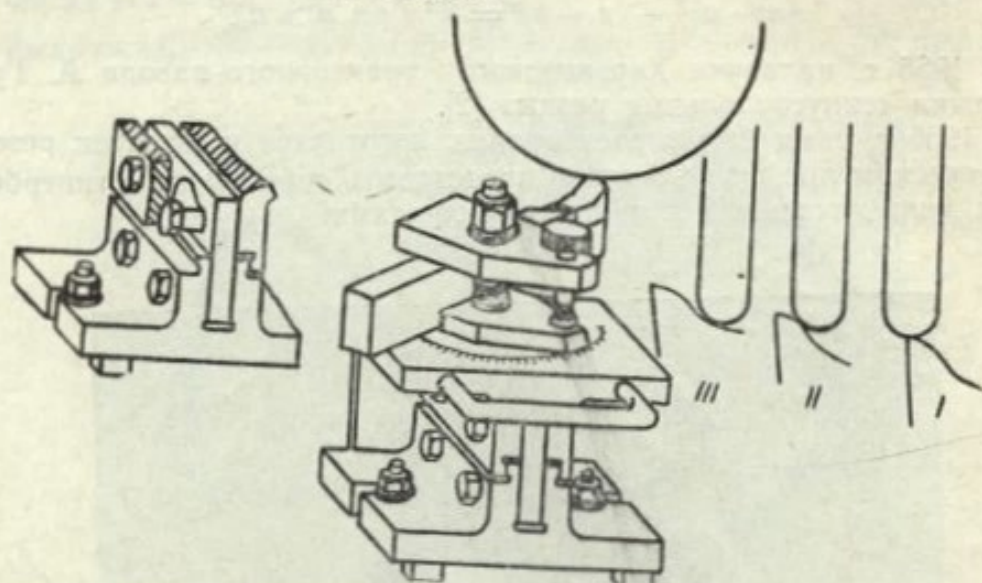


Рис. 3. Копирное приспособление для механической заточки различных криволинейных профилей резцов.

Запроектированные резцы по предложенному методу будут иметь весьма различную геометрию. Для комплексной числовой оценки эффективности работы резцов новой геометрии, работающих на обдирочных и полустачечных операциях, мы предлагаем [3] определять условный коэффициент полезного действия режущей поверхности (к. п. д. рп).

$$\eta = \frac{\sigma_n}{\rho}.$$

Исследования резцов с плоскими передними и задними гранями показали, что наибольший условный к. п. д. рп $\eta = 0,34$.

Для резцов, имеющих двойную заточку с оптимальным профилем, по М. Н. Ларину, был получен условный к. п. д. рп $\eta = 0,57$ и т. д.

Изложенные пути проектирования резцов новой геометрии требуют огромной исследовательской работы, так как меняя последовательно значения величин, входящих в уравнения, можно получить целые семейства резцов данной группы, идентичных друг другу по своему профилю. Выполнение этой работы может быть значительно ускорено при использовании электронно-вычислительных машин.

Для сравнимости результатов исследования резцов различной геометрии необходимо установить стандартные условия резания.

Наиболее целесообразно, как нам кажется, получать исходные стандартные характеристики свободного резания при снятии стружки в специальном приспособлении на разрывной машине (рис. 4 и 5).

Параметры резания для одного и того же материала при измененных условиях снятия стружки должны быть определены математическими уравнениями. Это даст возможность еще более широко применять электронно-вычислительные машины.

Накапливание исходных стандартных характеристик свободного резания металлов при исследовании резцов новой конструкции позволит вместо длительного экспериментирования применять расчетные методы с последующей практической их проверкой.

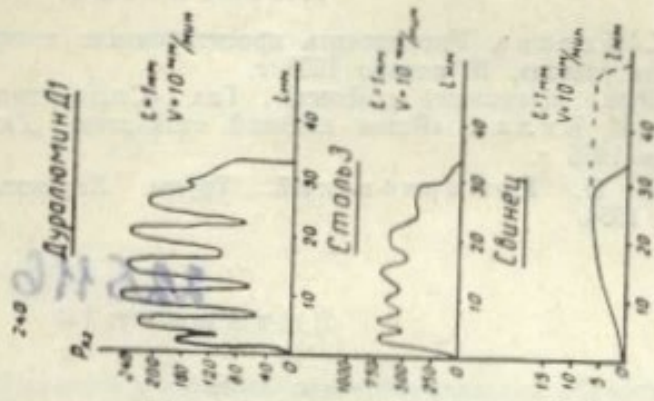


Рис. 5. Индикаторные диаграммы свободного строгания на разрывной машине ($\alpha=0^\circ$; $a=10^\circ$).

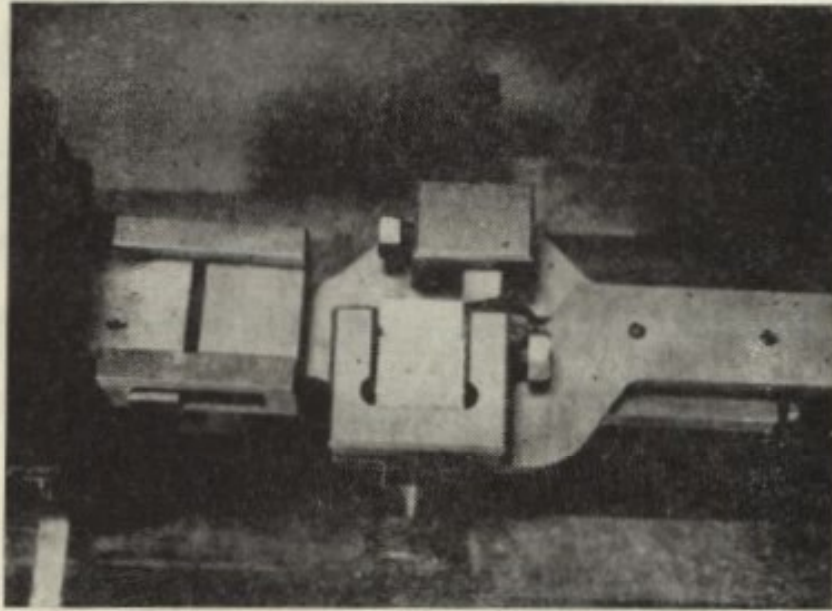
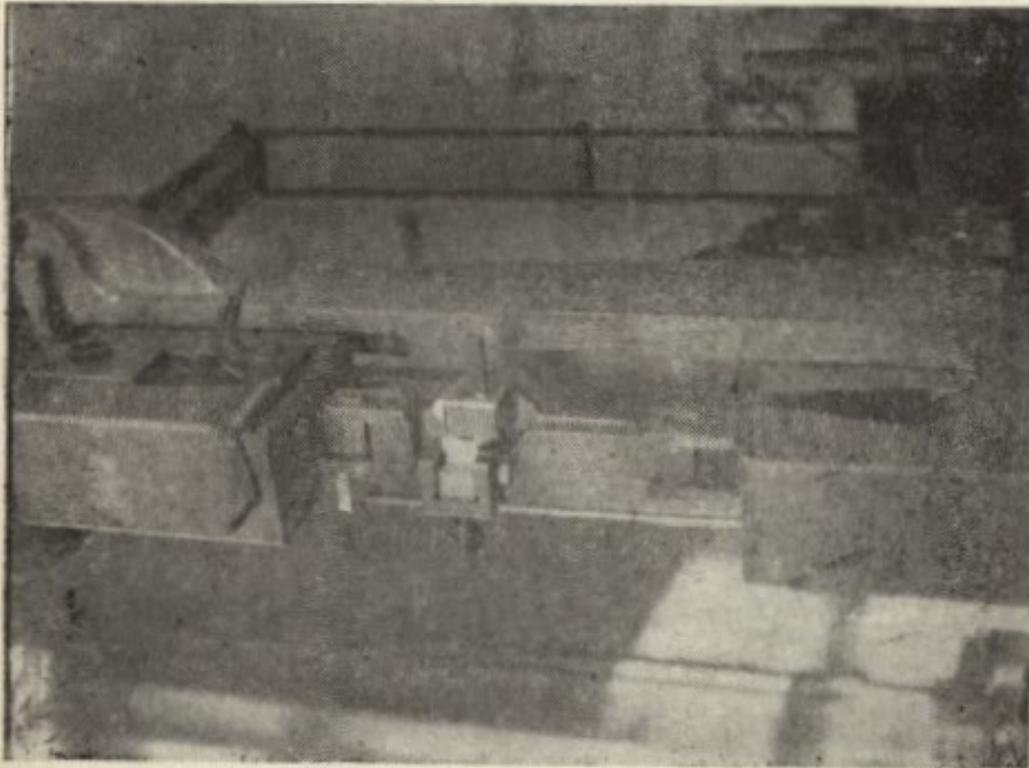


Рис. 4. Приспособление для снятия на разрывной машине стандартных характеристик свободного резания металлов при строгании резцами:
а) Общий вид. б) Вид на приспособление.



ЛИТЕРАТУРА

1. С. Карцев. Упорядочить проектирование инструмента. «Промышленно-экономическая газета», 15 января 1958 г.
2. «Різи підвищеної стійкості». Газ. «Соціалістична Харківщина», 6 лютого 1955 р. и И. Вилле, «Резец высокой стойкости». Газ. «Комсомольская правда», 12 апреля 1955 г.
3. В. П. Кошарновский. Труды Харьковского авиационного ин-та, вып. 15, 1954.

225116