

СКОРОСТНОЕ ТЯЖЕЛОЕ СТРОГАНИЕ СТАЛИ

Кандидатская диссертация доцента В. П. Кошарновского

Опыт стахановцев и проведенные русскими учеными научно-исследовательские работы дают основание утверждать, что любой вид обработки металлов резанием может быть скоростным. Особо важным для народного хозяйства является проблема перевода тихоходного оборудования (строгального, долбежного, зубострогального, зубодолбежного и протяжного) на скоростные режимы.

Подавляющее большинство русских ученых считает установленным наличие течения металла при резании. Стахановцы, новаторы производства и исследователи, используя явление течения металлов, создают высокопроизводительные криволинейные режущие поверхности. М. М. Ламм на основе гидродинамической теории резания разработал удобообтекаемую форму передней режущей поверхности. Профиль первого удобообтекаемого резца был установлен М. М. Ламмом путем замера под микроскопом очертания нароста.

Начало действовать положение, — раз есть явление течения металла при резании, следовательно должен быть создан наиболее совершенный обтекаемый режущий инструмент. Значительного снижения удельного давления резания удастся достигнуть при работе обтекаемыми резцами. Это обстоятельство позволяет при тяжелом резании значительно увеличить подачу и тем самым обеспечить переход на скоростные режимы резания.

Коллективом кафедры (В. П. Кошарновским, А. И. Никишовым, И. А. Лисанским и др.) под руководством зав. кафедрой М. М. Ламма было проведено внедрение обтекаемых строгальных резцов на заводах г. Харькова. Сечение стружки было доведено до 62 кв. мм, производительность уникальных станков по машинному времени увеличилась в 2—3 раза. Стойкость обтекаемых резцов была всегда выше, чем заводских.

Явное преимущество обтекаемых резцов послужило основанием к проведению исследования скоростного тяжелого строгания стали.

Дальнейшему широкому внедрению в промышленность высокопроизводительных резцов в значительной степени мешало отсутствие решений по их проектированию, изготовлению и заточке.

Автором исследования было сделано обобщение всех возможных профилей передних режущих поверхностей с прямолинейной главной режущей кромкой, как нормальных, так и предложенных стахановцами-скоростниками и исследователями, с охватом их всего пятью группами. Любой профиль резца в принятой системе координат (n, z) , расположенной в главной секущей плоскости, с началом координат, лежащим на режущей кромке, и осями n , совпадающей, с направлением схода стружки и z , ей перпендикулярной, может быть представлен аналитически одним или двумя уравнениями.

1-я группа — резцы с плоской передней гранью

$$z = an \quad \text{при } n \geq 0.$$

2-я группа — резцы с плоской передней гранью и фаской

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

где n_0, z_0 — координаты точки пересечения.

3-я группа — резцы с криволинейной режущей поверхностью

$$an^2 + 2bnz + cz^2 + 2dn + 2cz = 0.$$

4-я группа — резцы с криволинейной режущей поверхностью (обычно это дуга окружности) и фаской

$$\begin{aligned} z &= a_1 n; \text{ при } 0 \leq n \leq n_0, \\ (n-a)^2 + (z-b)^2 &= (n_0-a)^2 + (a_1 n_0 - b)^2; \\ &\text{при } n \geq n_0. \end{aligned}$$

5-я группа — резцы обтекаемые, состоящие из двух кривых второго порядка, плавно сопрягающихся друг с другом. Для исследованных обтекаемых строгальных резцов конструкции М. М. Ламма профиль выражается уравнениями

$$z = -an^2 \text{ (для активной части)}$$

при $0 \leq n \leq n_0$,
и $a > 0$.

$$(n-a)^2 + (z-b)^2 = R^2 \text{ (для выкружки)}$$

при $n \geq n_0$.

Как показали наши исследования, очертания наростов, полученных Я. Г. Усачевым, почти полностью совпадают с профилями обтекаемых резцов и выражаются тем же уравнением квадратной параболы вида

$$z = -an^2 \text{ при } a > 0.$$

Для строгания стали средней твёрдости на скоростных режимах при подаче 2 мм/р. х. координаты активной части определяются из уравнения

$$z = -0,128n^2,$$

при подаче 4 мм/р. х.

$$z = -0,098n^2$$

и при подаче 6 мм/р. х.

$$z = -0,052n^2.$$

Протяжённость активной части, т. е. расстояние от плоскости резания до точки сопряжения квадратной параболы с выкружкой, должна определяться из уравнения

$$A^{\pm 0,1} = (1,3 \div 1,4) s \text{ мм.}$$

Радиус выкружки $R^{\pm 1} = 2 \div 2,7 s \text{ мм.}$

Наибольшая глубина выкружки $h^{\pm 0,1} = 0,3 \div 1,2 s \text{ мм.}$

Расстояние L от плоскости резания до центра дуги должно быть равным радиусу выкружки R .

Комплексная числовая оценка рациональной геометрии резцов легко осуществляется с помощью определения условного коэффициента полезного действия режущей поверхности (условный к. п. д. р. п.), который определяется из формулы

$$\eta = \frac{f_p}{f_{cb}},$$

где f_p — величина среза стружки, которая приходится на силу резания, равную 1 килограмму и приложенную к главной кромке, т. е. $f_p = \frac{1}{p}$,

f_{cb} — величина первоначальной площади поперечного сечения образца, который разрывается силой также в 1 килограмм, т. е. $f_{cb} = \frac{1}{cb}$.

Сравнительному исследованию подвергались резцы с плоской передней гранью $\gamma = +20^\circ$ (I гр.), резцы с оптимальной геометрией $\gamma = +30^\circ$ и $\gamma_{\phi} = -5^\circ$ (по М. Н. Ларину — II гр.) и обтекаемые резцы М. М. Ламма (V гр.).

Наибольший условный к. п. д. режущей поверхности для указанных резцов при строгании стали 5 на поперечнострогальном станке 736 модели оказался соответственно равным $\eta_I = 0,34$; $\eta_{II} = 0,57$ и $\eta_V = 0,64$.

Время врезания резцов II и V групп на режиме $t = 3$ мм, $s = 2$ мм/р.х. и $v = 13,2$ м/мин. равно 0,012 сек. против 0,004 сек. для резцов I гр. Последнее обстоятельство является одной из причин более высокой стойкости резцов II и V групп.

При строгании теми же резцами марганцовистой меди условный к. п. д. р. п. на одних и тех же режимах снижается более, чем в два раза.

Проведенные опыты по исследованию характера искривлений линий сеток при строгании меди, усадки стружки и её микрогеометрии показывают, что эти параметры являются в достаточной мере характерными для каждого из исследовавшихся профилей резцов.

На режиме $t = 4$ мм, $s = 3,33$ мм/р. х. при $v = 6,7$ м/мин. усадка стружки оказалась для резца Ламма 1,4 (100%), для резца с оптимальной геометрией (по Ларину) — 1,53 (109%) и для заводского резца $\gamma = +20^\circ$ — 2,06 (147%).

Изменение подачи влияет на микрогеометрию стружки незначительно. Гораздо большее влияние оказывает изменение профиля резца. На режиме $t = 4$ мм, $v = 6,7$ м/мин. и подаче $s =$ от 2,33 до 3,33 мм/р. х. для резцов I гр. с $\gamma = +20^\circ$ ширина зубчиков колеблется от 0,23 до 0,28, для обтекаемых резцов (V гр.) — от 0,25 до 0,33 мм, а для резцов II гр. с $\gamma = +30^\circ$ и $\gamma_{\phi} = -5^\circ$ — от 0,36 до 0,45 мм.

Исследованиями было подтверждено положение, выдвинутое И. А. Тиме о том, что металл в стружке не разрушается. Микрообразцы, вырезанные нами из стружки, имели $\sigma_b = 80$ кг/мм² при $\delta = 4\%$, а из исходного металла — $\sigma_b = 48 \div 51,3$ кг/мм² при $\delta = 29 \div 27,5\%$.

На основе заводских, теоретических и лабораторных исследований резцов I, II и V групп автором были разработаны руководящие материалы по внедрению в промышленность высокопроизводительных резцов Ламма для скоростного тяжёлого строгания стали средней твёрдости. Разработано также приспособление для механической заточки резцов с различными криволинейными профилями.

Дальнейшее обобщение опыта стахановцев позволит применить для многолезвийного строгания, предложенного строгальщиком т. Цемма, более производительные резцы, профиль же резца В. А. Колесова уточнить за счёт введения обтекаемых элементов геометрии. Все это даст возможность ещё более повысить скоростные режимы резания на тихоходном оборудовании.

Выполненная работа позволяет также более успешно вести дальнейшие исследования по переводу на скоростные режимы долбления, зубодолбления, зубострогания и протягивания.

102309

