

# МЕТОДИКА РАСЧЕТА ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВНУТРЕННЕЙ ПРОТЯЖКИ

О.П. Куприянова

Кафедра технологии, оборудования и автоматизации  
машиностроительных производств  
Егорьевского технологического института (филиала)  
ГОУ ВПО МГТУ «СТАНКИН»

*ул. Профсоюзная, 34, Егорьевск, Московская область, 140300*

Рассмотрена методика расчета оптимальных параметров заточки зубьев внутренних протяжек. Величины стачивания с передних поверхностей зубьев определены по двум критериям затупления: длине площадки износа по задней грани и величине радиуса скругления режущей кромки.

**Ключевые слова:** протягивание, износ, заточка инструмента, критерии затупления.

Протяжки — один из самых металлоемких и дорогих видов режущего инструмента. Применение их экономически целесообразно только при достаточно высокой стойкости. Стойкость протяжек, как и других режущих инструментов, определяется износом режущего лезвия.

В условиях рыночной экономики и жесткой конкуренции недостаточно спроектировать и поставить на рынок конструкцию протяжного инструмента, необходимо разработать систему параметров эксплуатации и восстановления режущих свойств.

Параметры восстановления внутренней протяжки характеризуются величинами стачивания с передних поверхностей черновых  $m_{чр}$ , чистовых  $m_{чс}$  и калибрующих  $m_k$  зубьев и количеством допустимых переточек  $n$ . Количество допустимых переточек ограничивается длиной спинки зуба и минимально допустимым диаметром зубьев, уменьшающихся вследствие переточек.

В настоящей работе представлена методика расчета оптимальных параметров заточки зубьев внутренних протяжек: величин стачивания с передних поверхностей черновых, чистовых и калибрующих зубьев; количества допустимых переточек.

Для полного восстановления режущих свойств зубьев протяжек величину стачивания с их передних поверхностей рекомендуется назначать исходя из условия достижения предельно допустимых величин радиуса скругления режущей кромки и линейного износа. Выбор двух критериев износа обоснован тем, что, зная только  $\rho$ , трудно определить величину стачивания с передней поверхности зуба, необходимую для полного восстановления режущих свойств инструмента, а зная только величину линейного износа, трудно контролировать  $\rho$ .

Величину стачивания с передних поверхностей черновых зубьев  $m_{чр}$  следует рассчитывать по выражению:

$$m_{чр} = 11,46 \frac{\rho_{чр}^{1,23} \cdot s^{0,3}}{\alpha_{чр}^{0,13}},$$

где  $\rho_{чр}$  — предельный радиус скругления режущих кромок черновых зубьев протяжки, мм;  $s$  — подъем на черновой зуб, мм;  $\alpha_{чр}$  — задний угол черновых зубьев, град.

Величину стачивания с передних поверхностей чистовых зубьев  $m_{\text{чс}}$  протяжек, спроектированных по условию обеспечения равной стойкости, следует назначать по выражению

$$m_{\text{чс}} = m_{\text{чр}} \left( \frac{s_{\text{чс}}}{s} \right)^{0,3} \left( \frac{\alpha_{\text{чр}}}{\alpha_{\text{чс}}} \right)^{0,13} \left( \frac{\rho_{\text{чс}}}{\rho_{\text{чр}}} \right)^{1,23},$$

где  $s_{\text{чс}}$  — подъем на первый чистовой зуб, мм;  $\alpha_{\text{чс}}$  — задний угол чистовых зубьев, град;  $\rho_{\text{чс}}$  — предельный радиус скругления режущих кромок чистовых зубьев протяжки, мм.

В работе Д.К. Маргулиса [1] экспериментально доказано увеличение радиуса скругления режущей кромки зуба на протяжении всего периода работы протяжки, который и был принят впоследствии в качестве критерия затупления. Для черновых зубьев с подъемом в 0,05...0,4 мм предельный радиус скругления был принят в 0,04 мм, а для чистовых зубьев с подъемом в 0,01...0,02 — 0,021 мм. Установление двух различных предельных величин затупления применительно к одному и тому же инструменту является вполне правомерным, поскольку протяжной инструмент состоит из двух частей — черновой и чистовой, имеющих различные назначения.

Практика показывает, что в процессе резания изнашиваются не только снимающие основной припуск черновая и чистовая части, но и калибрующая часть. Последнее объясняется упругой деформацией обрабатываемого материала, точностью изготовления инструмента вследствие различных допусков на черновую, чистовую и калибрующую части, повышенным трением заготовки по задней поверхности калибрующих зубьев из-за малой величины заднего угла профиля, а так же возникновением подъема на первый калибрующий зуб после первой же переточки.

Для протяжек равной стойкости величину стачивания с передних поверхностей калибрующих зубьев  $m_{\text{к}}$  следует определять по выражению

$$m_{\text{к}} = m_{\text{чс}} \left( \frac{s_{\text{к}}}{s_{\text{чс}}} \right)^{0,3} \left( \frac{\alpha_{\text{чс}}}{\alpha_{\text{к}}} \right)^{0,13},$$

где  $s_{\text{к}}$  — подъем на последний чистовой зуб, мм;  $\alpha_{\text{к}}$  — задний угол калибрующих, град.

Общее количество переточек ограничивается тремя условиями:

— прочностью черновых зубьев, как наиболее нагруженных, поскольку при переточках длина спинки уменьшается;

— допуском на обработанную поверхность, регламентирующим количество переточек калибрующих зубьев, поскольку при переточках происходит уменьшение их диаметрального размера;

— обеспечением заданной шероховатости обработанной поверхности за весь срок службы инструмента, регламентированной группой качества.

Количество переточек определяется исходя из прочности и деформации зуба:

$$n_1 = \frac{0,7t - b_{\text{ост}}}{11,46\rho_{\text{чр}}^{1,23} \cdot s^{0,3}} \cdot \alpha_{\text{чр}}^{0,13},$$

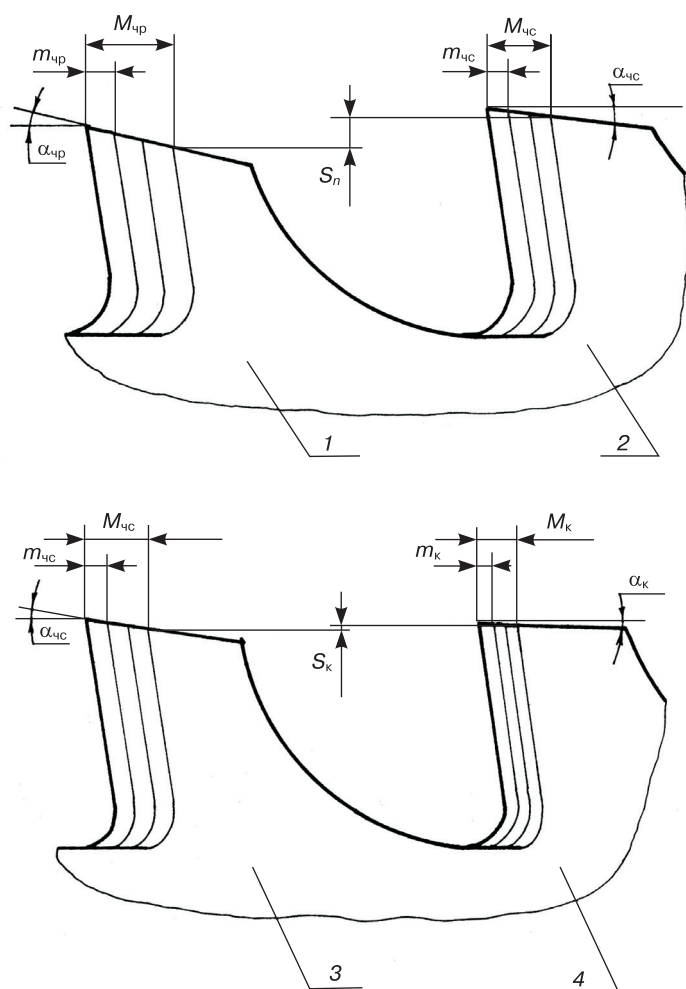
где  $t$  — шаг зубьев;  $b_{\text{ост}}$  — остаточная длина спинки зуба после переточек.

Максимальное количество переточек рассчитывается исходя из условия обеспечения протяжкой требуемого размера:

$$n_2 = 0,06108 \frac{\text{ГК}^{1,48} D^{0,5} \alpha_{\text{к}}^{0,13}}{s_{\text{к}}^{0,3} \rho_{\text{чс}}^{1,23}} \cdot 10^{-3},$$

где ГК — группа качества обработанной поверхности;  $D$  — максимальный диаметр калибрующих зубьев протяжки.

В процессе переточек происходит уменьшение высоты профиля зубьев, которое за счет различия задних углов и величин стачивания с передних поверхностей черновых, чистовых и калибрующих зубьев вызывает увеличение подъема на первый чистовой зуб и служит причиной возникновения подъема на первый калибрующий зуб (рис.).



**Рис.** Изменение параметров зубьев протяжки после заточки:

- 1 — последний черновой зуб; 2 — первый чистовой зуб;
- 3 — последний чистовой зуб; 4 — первый калибрующий зуб

После некоторого количества переточек подъем на первый чистовой зуб достигает подъема на последний переходный зуб  $s_n$ , а подъем на первый калибрующий зуб — величины подъема на последний чистовой зуб  $s_k$ . Дальнейшее восстановление работоспособности протяжки в этом случае следует производить путем перераспределения подъемов на чистовые и калибрующие зубья их дополнительной перешлифовкой по передней поверхности [3].

Количество переточек, после которых необходимо производить дополнительную перешлифовку чистовых  $n_3$  и калибрующих  $n_4$  зубьев протяжки, следует рассчитывать по выражениям

$$n_3 = \frac{s_n - s_{чс}}{m_{чр} \cdot \operatorname{tg}\alpha_{чр} - m_{чс} \cdot \operatorname{tg}\alpha_{чс}},$$

$$n_4 = \frac{s_k}{m_{чс} \cdot \operatorname{tg}\alpha_{чс} - m_k \cdot \operatorname{tg}\alpha_k}.$$

В соответствии с изложенной методикой максимально допустимое количество переточек  $n_{\max}$  принимается меньшим из допустимых:

$$n_{\max} = \min\{n_1, n_2, n_3, n_4\}.$$

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

— величины стачивания с передних поверхностей черновых, чистовых и калибрующих зубьев, обеспечивающие удаление изношенного слоя зависят от подъемов на эти зубья и их задних углов;

— изменение величин передних углов переточенных зубьев компенсирует уменьшение их диаметров при восстановлении;

— максимальное количество переточек за весь срок службы протяжки определяется длиной задней поверхности черновых зубьев, допуском на обработанную поверхность и требованием по обеспечению заданной шероховатости в течение всего срока службы внутренней протяжки.

Разработанная методика позволяет регламентировать заточку протяжек, перетачиваемых по передней поверхности, и может быть рекомендована к использованию на предприятиях, эксплуатирующих протяжной инструмент.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Маргулис Д.К. Проектирование протяжек переменного резания с равной стойкостью чистовых и черновых зубьев. — М.: ВНИИМАШ, 1960.
- [2] Куприянова О.П. Проектирование внутренних протяжек с учетом параметров эксплуатации и восстановления: Дисс. ... канд. техн. наук. — М., 2005.
- [3] Воложенин С.Л. Увеличение ресурса круглых протяжек из инструментальной стали: Дисс. ... канд. техн. наук. — Тула, 1989.

## **METHODOLOGY OF CALCULATION OF OPTIMAL PARAMETERS OF BROACHING CUTTING EDGE GRINDING**

**О.Р. Kupriyanova**

Department of Technology, Machine-Tools and Industrial Automation  
Egorievsk Technological Institute (branch) MSTU «STANKIN»  
*Profsovnaja str., 34, Egorievsk, Moscow Region, Russia, 140300*

The method of calculating the optimal parameters of sharpening the teeth of internal broaches. The values of stitching from the front surface of teeth defined by two criteria bluntness: the length of the wear and tear on the back edge and the radius of curvature of cutting edge.

**Key words:** broaching, Wear, grinding tool, the criteria for wear.