

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 ρ , трудно определить величину стачивания с передней поверхности зуба, необходимую для полного восстановления режущих свойств инструмента, а зная только величину линейного износа, трудно контролировать ρ .

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:

$$n_2 = 0,06108 \frac{\Gamma K^{1,48} D^{0,5} \alpha_k^{0,13}}{s_k^{0,3} \rho_{чс}^{1,23}} \cdot 10^{-3},$$

где ΓK — 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.).

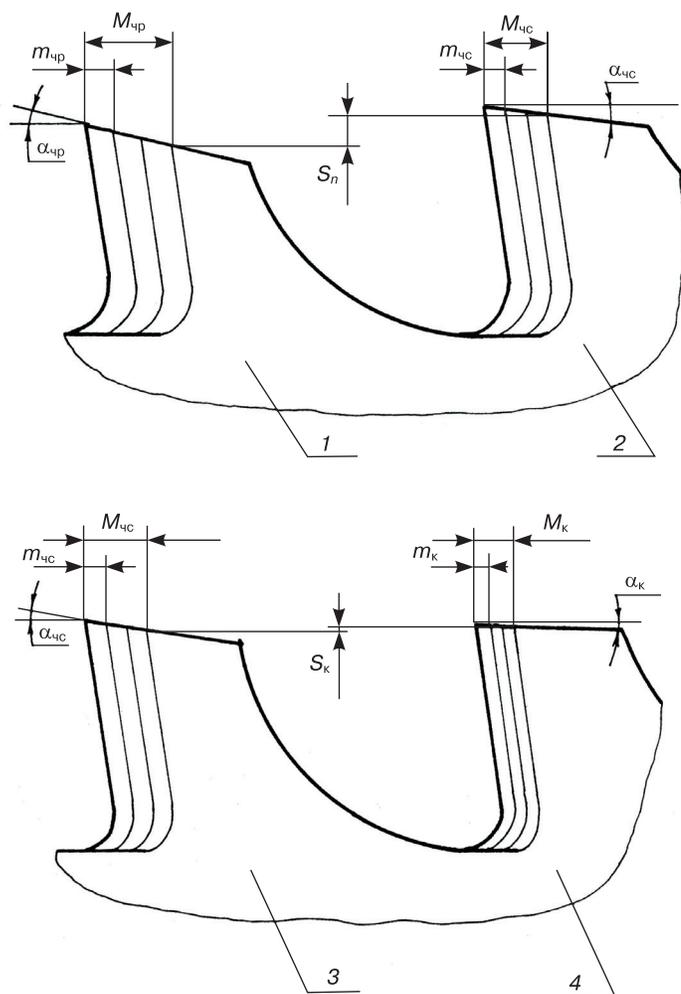


Рис. Изменение параметров зубьев протяжки после заточки:

- 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.