

К.Л. Мунябин
ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

ОСОБЕННОСТИ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ ПРИ НАРЕЗАНИИ РЕЗЬБЫ

Ключевые слова: нарезание резьбы, резьбовая пластина, многозубная пластина, угол врезания, методы врезания.

Рассматриваются особенности нарезания резьбы, как технологической операции, выполняемой на токарных станках. Описаны тонкости применения резьбонарезного инструмента. Предложен оптимальный метод врезания, с целью повышения эффективности нарезания резьбы.

Как известно, работа токарного оборудования не ограничивается выполнением обработки наружных и внутренних цилиндрических поверхностей – прорезкой, проточкой и сверлением. Одной из распространенных технологических операций, выполняемых на токарных станках, является нарезание резьбы. В классическом случае для этого применяются резцы, метчики или плашки. Правильный выбор метода и оснастки может оптимизировать процесс нарезания резьбы. Однако, несмотря на все современные разработки в области совершенствования токарных резцов в целом, инженеры-технологи уделяют недостаточно внимания оптимизации операций по нарезанию резьбы, рассматривая данный процесс как нечто неизменное и не поддающееся улучшениям.

В действительности токарный процесс может быть спроектирован более эффективно. Прежде всего, нужно более глубоко разобраться в некоторых принципах нарезания резьбы.

К нарезанию резьбы на токарном станке предъявляются более жесткие требования, чем к обычным токарным операциям. Рабочие усилия при нарезании резьбы, как правило, выше, а радиус закругления режущей кромки резьбовой пластины меньше, что снижает ее стойкость.

В результате высоких усилий резания и более плотной их концентрации резьбовые пластины подвергаются гораздо большей нагрузке, чем обычные токарные пластины.

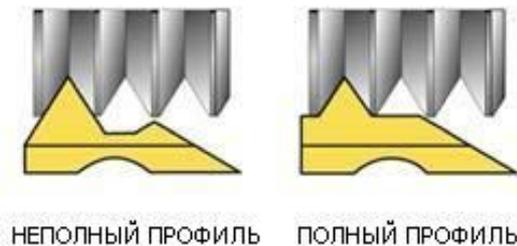


Рис. 1. Пластина с неполным профилем может применяться для различной величины шага при врезании на разную глубину. Наименьший шаг нарезаемой резьбы определяется величиной малого радиуса закругления вершины (не показан на схеме). Наибольший шаг нарезаемой резьбы определяется прочностью зоны закругления вершины

На практике применяются пластины с полным и неполным профилем. Пластины с неполным профилем обрабатывают впадину резьбы, не достигая вершины (рис. 1). Одна пластина может обрабатывать различные виды шагов, вплоть до самого крупного, что определяется прочностью зоны закругления режущей кромки.

Радиус закругления режущей кромки должен быть достаточно малым, чтобы пластина могла обрабатывать резьбы разного размера. Для небольших шагов требуется очень малый радиус, при этом пластина проникает глубже. Например, для обработки резьбы с шагом 8 ниток на дюйм пластиной с неполным профилем необходима глубина врезания 2,7 мм, в то время как та же самая резьба, нарезаемая полнопрофильной пластиной, требует глубины 2 мм. При этом пластина с полным профилем позволяет получить более прочную резьбу. Более того, для обработки резьбы такой пластиной требуется в четыре раза меньше проходов.

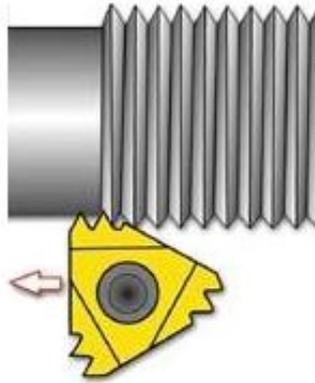


Рис. 2. Многозубные пластины имеют ряд последовательных зубьев. Это позволяет увеличить эффективность нарезания резьбы, но усилия резания при этом высоки

Еще одним резьбонарезным инструментом является многозубная пластина. Многозубные пластины имеют ряд последовательно расположенных зубьев, где каждый последующий зуб врезается во впадину резьбы глубже, чем предыдущий (рис. 2). Количество шагов, требуемых для нарезания резьбы такой пластиной, может быть сокращено на величину вплоть до 80 процентов. Срок службы инструмента значительно больше, чем у однозубных пластин, поскольку на последний зуб приходится лишь половина или третья часть от общего снимаемого металла.

Однако из-за высоких усилий резания данные пластины не рекомендуются для тонкостенных деталей – во избежание сильных колебаний. Кроме того, конструкция заготовки, обрабатываемой такой пластиной, должна иметь достаточно канавок для выхода всех зубьев из зоны резания.

Крайне важное значение при нарезании резьбы имеет глубина врезания на проход. Каждый последующий проход задействует большую часть режущей кромки пластины. Если глубина врезания на проход постоянна (что не рекомендуется), то усилие резания и интенсивность съема металла могут существенно увеличиваться с каждым проходом.

Например, при нарезании 60-градусной резьбы с постоянной глубиной врезания 0,25 мм на проход, при втором проходе снимается в три раза большее количество металла, чем при первом. И с каждым следующим проходом количество снимаемого металла увеличивается в геометрической прогрессии.

Чтобы избежать этого и сохранить более практичные усилия резания, с каждым проходом глубину врезания необходимо уменьшать.

Существует как минимум четыре метода врезания (рис. 3). Мало кто знает, насколько сильно выбор определенного метода может повлиять на эффективность нарезания резьбы.

Радиальное врезание – это самый распространенный метод нарезания резьбы, и в тоже время, наименее рекомендованный. Если резец подается радиально (перпенди-

кулярно к оси заготовки), металл снимается с обеих сторон профиля резьбы, в результате чего формируется стружка в форме буквы V. Такая форма стружки трудно поддается разлому, поэтому отведение стружки может представлять проблему. Кроме того, на обе стороны режущей кромки оказывается сильное тепловое и ударное воздействие, что значительно сокращает срок службы инструмента по сравнению с другими методами врезания.



Рис. 3. Выбор угла врезания оказывает существенное влияние на эффективность процесса

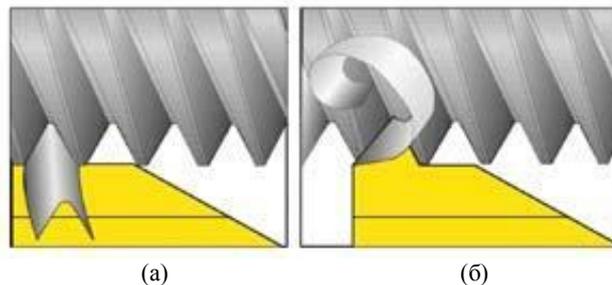


Рис. 4. Вместо формы буквы V в результате одностороннего бокового врезания (а) образуется стружка, аналогичная получаемой при стандартном точении (б)

При одностороннем боковом врезании направление врезания параллельно одной стороне резьбы, и инструмент, как правило, движется вдоль линии под углом 30°. В результате образуется стружка, аналогичная получаемой при обычном точении (рис. 4). В сравнении с радиальным врезанием формирование стружки и отделение от режущей кромки происходит легче, что гарантирует лучший отвод тепла. Однако при таком методе вместо резания происходит трение вспомогательной режущей кромки о боковую поверхность резьбы. Это приводит к истиранию, негативно влияет на качество обработки поверхности и может вызывать вибрации.

При двухстороннем боковом врезании пластина подается попеременно вдоль обеих сторон профиля резьбы и, следовательно, в процессе задействуются обе стороны режущей кромки. Это позволяет распределить нагрузку и способствует увеличению срока службы инструмента. Однако такое врезание также может вызвать проблемы с отводом стружки, что может ухудшить качество поверхности и стойкость инструмен-

та. Данный метод обычно используется лишь при очень больших величинах шага и для таких форм резьбы, как трапецидальная.

Модифицированное одностороннее боковое врезание можно отнести к наиболее рекомендованным методам. Он похож на метод одностороннего бокового врезания, за исключением того, что угол врезания меньше угла профиля резьбы – менее 30° . Он сохраняет преимущества метода одностороннего врезания, при этом проблемы, связанные со вспомогательной кромкой, отсутствуют. Наилучший результат обеспечивается с углом врезания $29\frac{1}{2}^\circ$, но на практике приемлем любой угол от 25 до $29\frac{1}{2}^\circ$.

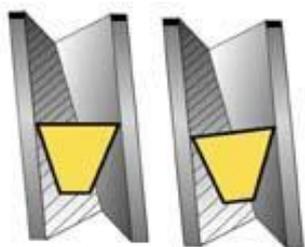


Рис. 5. Регулировка относительно угла подъема винтовой линии, как в «наклонной» пластине справа, позволяет выравнивать задние углы главной и вспомогательной кромок. Это обеспечивает более равномерный износ

Некоторые резьбовые пластины и державки имеют возможность точного наклона пластины в направлении врезания при изменении угла подъема винтовой линии. Это свойство обеспечивает высокое качество резьбы, предотвращая трение пластины о боковую поверхность профиля. Оно также позволяет продлить срок службы реза в силу равномерного распределения усилий резания по всей длине режущей кромки.

Пластина, не имеющая такой возможности, где режущая кромка подается параллельно осевой линии заготовки, образует неравные задние углы главной и вспомогательной кромок (рис. 5). В частности, при крупном шаге это неравенство может стать причиной трения кромки о поверхность профиля резьбы.

Регулируемые системы позволяют изменять угол наклона пластины путем воздействия на головку державки с помощью опорных пластин. Точная регулировка получается в результате выравнивания углов главной и вспомогательной кромок, благодаря чему износ становится более равномерным.

Технологические инновации расширили сферу применения резьбонарезных инструментов, и переход к нарезанию внутренней резьбы малого диаметра резцами – яркий тому пример.

Резцы со вставными пластинами обеспечивают нарезание внутренней резьбы в отверстиях диаметром вплоть до 7,6 мм. Использование токарных инструментов для нарезания резьбы в таких малых отверстиях дает множество преимуществ. Качество формируемой резьбы, как правило, выше, конструкция пластины способствует отводу стружки из отверстия с незначительным ущербом для резьбы, а возможность индексации пластин позволяет снизить затраты на оснастку.

Список литературы:

[1] Stuart Palmer. Threading On A Lathe. [Электронный ресурс] / S.Palmer. – Электрон. текстовые дан. – Цинцинатти, США: [б.и.], 2003. – Режим доступа: <http://www.mmsonline.com/articles/threading-on-a-lathe>, свободный.