

Обработка отверстий зенкерами обеспечивает точность обработки отверстий по 9...11 квалитетам и шероховатость поверхности от $R_a = 10$ мкм до $R_a = 2,5$ мкм.

Зенкеры предназначены для обработки отверстий в литых или штампованных деталях, а также предварительно просверленных отверстий с целью повышения точности и уменьшения шероховатости поверхности отверстия. В технологическом процессе зенкер, как правило, выполняет промежуточную операцию между сверлением и развёртыванием. Зенкерованием можно исправить искривление оси отверстия. В металлообработке используется большое количество различных типов зенкеров.

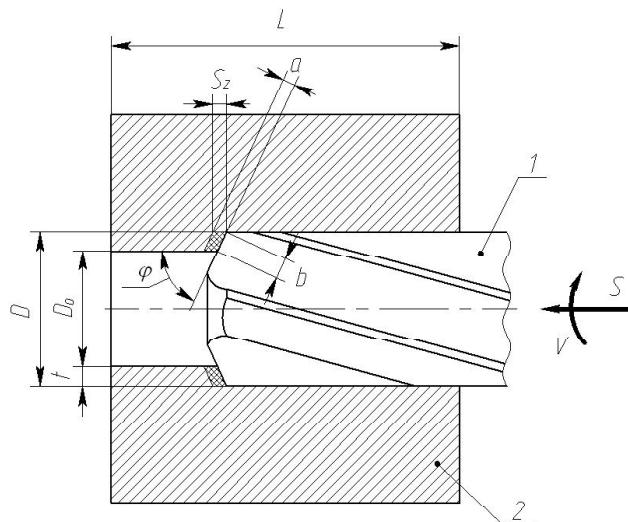
По виду обрабатываемых отверстий зенкеры разделяются на следующие основные группы: цилиндрические зенкеры, служащие для расширения на 1,0-8 мм цилиндрических отверстий; цилиндрические зенкеры с направляющей цапфой, предназначенные для обработки цилиндрических углублений под головки винтов; конические зенкеры для обработки конических углублений под головки винтов, гнезд под клапаны, снятия фасок и т.п.; торцовые зенкеры для зачистки торцовых плоскостей бобышек, приливов и т.п.

Процесс зенкерования происходит в сложных условиях резания. Работа резания сосредоточена на сравнительно короткой режущей части (рисунок 1). Это вызывает повышенные механические нагрузки на участке лезвия, на котором происходит отделение стружки от основного слоя материала и его деформация, что сопровождается значительным тепловыделением. Механические и термические напряжения приводят к сравнительно низкой стойкости режущих инструментов [1-2].

С целью улучшения направления при работе каждый зуб зенкера снабжается цилиндрической ленточкой шириной $h_n = (0,02...0,04)d$ и высотой $f_n = 2...2,5$ мм у быстрорежущих зенкеров и $f_n = 0,8...1,8$ мм у твёрдосплавных. Как у свёрл, у зенкеров ленточки шлифуются не по цилиндру, а с небольшой конусностью. Величина обратной конусности колеблется в зависимости от диаметра зенкера от 0,04 до 0,10 мм на 100 мм длины. Ширина зуба зенкера составляет $B = (0,4...0,48)d$ [1].

Все рассмотренные зенкеры также имеют короткую режущую часть и потому неблагоприятные условия резания: высокую температуру в зоне резания, относительно высокий износ, сравнительно низкую стойкость.

Формирование обрабатываемой поверхности при обработке рассмотренными зенкерами происходит отдельно каждым зубом на участке, равном S_o / z , где S_o – подача зенкера на оборот; z – число зубьев зенкера, т.е. наиболее важная рабочая поверхность детали формируется наименее ответственным участком зуба зенкера. После затупления зенкеры перетачиваются по задней поверхности на участке режущей части, которая работает на переходной поверхности.



1 – зенкер; 2 – заготовка; φ – угол в плане; a – толщина среза; b – ширина среза; t – глубина резания; D – диаметр обрабатываемого отверстия; D_o – диаметр предварительного отверстия; L – длина обработки; S – осевая подача; S_z – подача на зуб; V – скорость резания

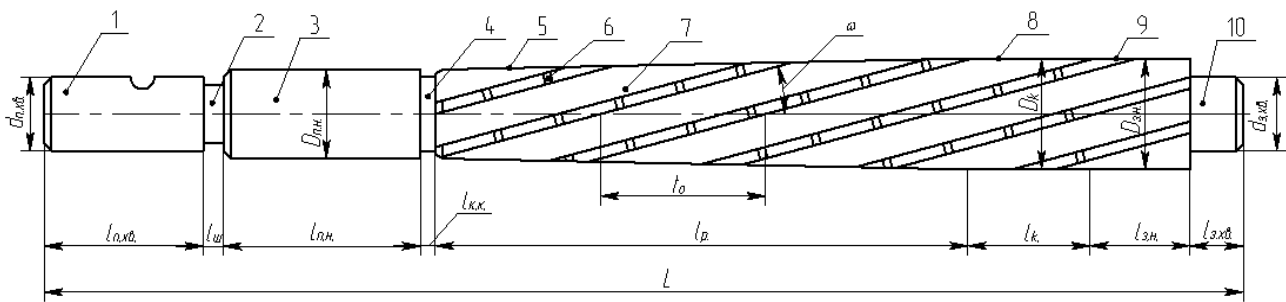
Рисунок 1 – Элементы резания при зенкерование

Учитывая анализ условий обработки и необходимость повышения качества обработки, разработаны и исследованы условия обработки новыми конструкциями режущих инструментов. Новые режущие инструменты для обработки отверстий основаны на совмещении нескольких видов операций в одной, например, зенкерование и протягивание. Применение новых конструкций зенкеров, названных зенкерами-протяжками, позволяет устранить отрицательные факторы обработки отверстий существующими зенкерами и повысить качество и точность обработки отверстий, а также стойкость инструмента.

Зенкер-протяжка конструктивно построен по следующему принципу. В осевом сечении он имеет конструктивные признаки, соответствующие протяжке: передний хвостовик, шейку, переднюю и заднюю направляющие, режущую и калибрующую части (имеют винтовые зубья, причём режущая часть имеет коническую форму, а калибрующая – цилиндрическую и протягивается через отверстие, как протяжка), – а в поперечном сечении признаки зенкера: форму и число зубьев, геометрию режущей части (рисунок 2) и вращается при обработке как зенкер [3-6].

Материалом режущей части зенкера-протяжки может быть как быстрорежущая сталь Р6М5, Р18, так и напаянные пластинки твёрдого сплава.

Предлагаемая конструкция зенкера-протяжки включает в своей конструкции элементы зенкера и протяжки, сочетание которых создаёт более благоприятные условия резания. Работа резания распределена по длинной режущей части, как у протяжки с винтовым зубом, форма зубьев в поперечном сечении с



$d_{п.хв}$, $d_{з.хв}$ – диаметр переднего и заднего хвостовика; $d_{п.н}$ – диаметр передней направляющей; d_k – диаметр калибрующей части; $d_{з.н}$ – диаметр задней направляющей; $l_{п.хв}$, $l_{з.хв}$ – длина переднего и заднего хвостовика; $l_{ш}$ – длина шейки; $l_{п.н}$, $l_{з.н}$ – длина передней и задней направляющей; $l_{к.к}$ – длина кольцевой канавки; l_p – длина режущей части; l_k – длина калибрующей части; L – длина зенкера-протяжки; ω – угол винтовых стружечных канавок; t_o – осевой шаг зенкера-протяжки; 1 – передний хвостовик; 2 – шейка; 3 – передняя направляющая; 4 – кольцевая канавка; 5 – режущая часть; 6 – стружкоделительная канавка; 7 – стружечная канавка; 8 – калибрующая часть зенкера-протяжки; 9 – задняя направляющая; 10 – задний хвостовик

Рисунок 2 – Конструктивные элементы зенкера-протяжки

профилем стружечной канавки, а также рабочие движения (сочетание вращательного и поступательного движений) – как у зенкера.

В новой конструкции режущего инструмента зенкера-протяжки использованы преимущества протяжки: сравнительно невысокая скорость резания, качество обработки (точность размера, шероховатость, уменьшение истирания).

Обработка отверстий деталей машин зенкером-протяжкой может осуществляться на токарном станке следующими способами: закреплением зенкера-протяжки в патроне или на суппорте токарного станка с левым или правым направлением винтовых стружечных канавок в зависимости от направления вращения шпинделя с режущим инструментом [5]. Для массового производства может быть применён станок типа агрегатного.

Формообразование отверстия производится на всей длине длинной режущей части на более мягких режимах с меньшим тепловым воздействием на заготовку и плавным переходом режущей в калибрующую часть (малый угол конуса режущей части), что способствует повышению качества обработанной поверхности.

Режущая часть зенкера-протяжки коническая и форма и число зубьев в поперечном сечении, как у зенкера. Для плавного начала процесса обработки отверстия и лучшего центрирования зенкера-протяжки на режущей части зенкера-протяжки предусмотрена фаска $1 \times 30^\circ$.

Ширина зубьев зенкера-протяжки в поперечном сечении определяется графо-аналитическим методом. Ширина среза оказывает значительное влияние на силу резания, условия стружкообразования, размещение стружки в канавке и шероховатость обрабатываемой поверхности.

Стружкоделительные канавки предназначены для деления широкой стружки на отдельные части; это облегчит работу зенкера-протяжки и создаст лучшие условия размещения стружки во впадине зуба и отвода стружки. Число стружкоделительных канавок для круглых протяжек при диаметре протяжки 16...20 мм – 10; при – 20...25 мм – 12 [2].

Опытные образцы зенкера-протяжки изготовлены на машиностроительном предприятии города Павлодара ТОО «Format Mach Company» (бывший инструментальный завод) и испытаны в учебно-производственных мастерских факультета металлургии, машиностроения и транспорта ПГУ им. С. Торайгырова на кафедре «Машиностроение и стандартизация» (рисунок 3).



Рисунок 3 – Опытные образцы зенкера-протяжки

Производственные испытания опытных образцов осуществлялись на ТОО «Завод нестандартизированного оборудования». Результаты производственных испытаний образцов, обработанных металлорежущими инструментами, следующие:

1) цилиндрическим стандартным зенкером: точность диаметральных размеров отверстий составляет 0,027-0,13 мм (8-11 квалитет точности); шероховатость поверхности отверстий находится в пределах $R_a = 1,25 \dots 2,5$ мкм, что соответствует 6 и 7 классам шероховатости;

2) новым режущим инструментом – зенкером-протяжкой: точность диаметральных размеров отверстий составляет 0,018-0,033 мм (7-8 квалитет точности); шероховатость поверхности отверстий находится в пределах $R_a = 0,16 \dots 0,32$ мкм, что соответствует 9 и 10 классам шероховатости.

Анализ результатов показывает, что точность диаметральных размеров отверстий после обработки зенкером-протяжкой увеличилась на 1, 2 квалитета по сравнению с цилиндрическим зенкером; шероховатость уменьшилась на 2, 3 класса. При этом подача на зуб при необходимости может быть уменьшена и уменьшен общий припуск на обработку зенкером-

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Семенченко И.И., Матюшин В.М., Сахаров Г.Н. Проектирование металлорежущих инструментов. М.: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1963. 952 с.
2. Кацев П.Г. Обработка протягиванием. М.: Машиностроение, 1986. 272 с.
3. Предварительный патент РК № 20384 от 25.09.2008 г. Зенкер-протяжка для обработки цилиндрических отверстий / Дудак Н.С., Итыбаева Г.Т.
4. Предварительный патент РК № 20206 от 25.08.2008 г. Зенкер-протяжка с пластинками твердого сплава для обработки цилиндрических отверстий / Дудак Н.С., Итыбаева Г.Т., Мусина Ж.К., Касенов А.Ж., Тастенов Е.К.
5. Предварительный патент Республики Казахстан № 20973 от 25.12.2008 г. Способ обработки цилиндрических отверстий зенкером-протяжкой / Дудак Н.С., Итыбаева Г.Т.
6. Предварительный патент Республики Казахстан №16167 от 15.06.2005 г. на изобретение «Протяжка для обработки цилиндрических отверстий среднего и большого диаметров» / Дудак Н.С., Шерниязов М.А.

УДК 621.951
МУСИНА Ж.К.

Обработка отверстий двухвершинным спиральным сверлом без поперечной кромки

Наиболее распространённым методом получения отверстий в сплошном материале является сверление. Движение резания при сверлении – вращательное, движение подачи – поступательное. Процесс сверления протекает в тяжёлых условиях резания: очень неблагоприятным является передний угол на поперечной кромке. У стандартных спиральных свёрл передний угол γ на поперечной кромке составляет значение до минус 57° - 60° и воспринимает до 80 % осевой силы, т.е. сопротивление осевой подаче создаётся областью контакта поперечной кромки с заготовкой. По этой причине на поперечной кромке вместо резания имеет место смятие, выдавливание и скобление металла.

При сверлении равнодействующие силы резания, приложенные к режущим кромкам сверла, как обычно, разлагают на три взаимно перпендикулярные составляющие силы: вдоль оси сверла – осевые силы P_x ; касательные к окружности сверла, т.е. в направлении скорости резания – касательные силы P_z ; по радиусу сверла – радиальные силы P_y .

Осевая сила P_x преодолевает сопротивление материала внедрению сверла и составляет около 40% от общей осевой силы. Касательные силы возникают за счёт сопротивления материала заготовки отделению срезаемого слоя и создают на сверле крутящий момент. Радиальные силы на двух режущих кромках направлены в противоположные стороны и взаимно уравновешиваются, если равны по величине, иначе способствуют уводу сверла. Помимо всего на сверло действуют силы сопротивления, возникающие на поперечной режущей кромке P_n , которые составляют 57 % от осевой силы, а по данным Г.Н. Сахарова, до 65 %, и силы трения на ленточках P_T – 3 %.

Для улучшения условий резания существуют способы заточки стандартных свёрл и подточки поперечной кромки, а также их новые, более прогрессивные конструкции: форма Н, форма НП, форма ДП, форма ДПЛ, форма ДП2 [1]. Однако по сути заточка ДП2 не устраняет, а образует новую поперечную кромку, хотя и с несколькими улучшенными условиями резания.

Для уменьшения осевого усилия при сверлении поперечная кромка прорезается специальной двойной

подточкой, но она остаётся на сверле в изменённом виде, с меньшими передними углами (на каждой из двух половинок поперечной кромки создаётся передний угол $\gamma = 0^{\circ}$). Такие свёрла хорошо зарекомендовали себя при обработке чугуна. Увеличение стойкости сверла достигается при использовании заточек по Клемму, Менцелю, Дреззу, Фельдштейну, Глуценко, которые предусматривают подточку поперечной кромки до 0,1-0,2 мм [2].

Для свёрл, оснащённых твёрдым сплавом, были разработаны конструкции со специальной подточкой: бесперемычное сверло конструкции КМГ, сверло конструкции Н.А. Шевченко, сверло конструкции Н.К. Клебанова. Проведённые ими экспериментальные исследования показали, что с точки зрения производительности, т.е. уменьшения осевой силы на поперечной кромке и изнашивания сверла, лучшие результаты обеспечивают бесперемычные свёрла с радиальным расположением главных режущих кромок на всей их длине или на части длины кромок, прилегающих к центру сверла [2].

Однако на этих свёрлах поперечная кромка не устранена, а остаётся в несколько изменённом виде. Не в полной мере устраняются силы, действующие на поперечную кромку: передний угол на поперечной кромке уменьшается, но всё-таки остаётся отрицательным. Указанные условия работы поперечной кромки значительно ухудшают условия обработки и качество обработанного отверстия. Для исключения поперечной кромки предложена новая конструкция спирального сверла – двухвершинное спиральное сверло без поперечной кромки [3, 4]. Устранение поперечной кромки на сверле позволяет резко уменьшить нагревание и износ сверла в процессе резания, повысить стойкость свёрл.

Предложенная конструкция режущей части создаёт благоприятные условия для работы сверла по условиям механической и тепловой напряжённости: когда угол при вершине равен 120° для сверления стали и чугуна (общий диапазон углов при вершине для обработки разных материалов составляет 30 - 150°), то угол между внешними режущими кромками равен 120° ; углы между внешними и внутренними режущими