Основы теории резания и РИ

Особенности процесса сверления, конструктивные элементы и геометрия спирального сверла.

Кафедра «ТОМиС»

Автор: асс.проф.Берг А.С.



ПЛАН ЛЕКЦИИ:

1. Особенности процесса сверления;
2. Сверла. Классификация сверл;
3. Конструктивные элементы спирального сверла;
4. Геометрические параметры спирального сверла.

1. Особенности процесса сверления

Сверление является основным способом получения глухих и сквозных цилиндрических отверстий в сплошном материале заготовки.

Рассверливание - вид обработки, предназначенный для увеличения диаметра ранее просверленного отверстия спиральным сверлом большего диаметра.

Для получения отверстий более высокой точности и чистоты поверхности после сверления на том же станке выполняются зенкерование и развертывание.

Зенкерование – обработка предварительно полученных отверстий для придания им более правильной геометрической формы, повышения точности и снижения шероховатости.

Развертывание – окончательная обработка цилиндрического или конического отверстия разверткой в целях получения высокой точности и низкой шероховатости.

Самыми распространенными инструментами для обработки отверстий являются:

- сверла,
- зенкеры,
- развертки.

Различают две основные разновидности процесса резания при сверлении сверление при вращающемся инструменте и сверление при вращающемся изделии.

На сверлильных станках сверло совершает вращательное (главное) движение и продольное (движение подачи) вдоль оси отверстия, заготовка неподвижна, при работе на других станках вращательное (главное движение) совершает обрабатываемая деталь, а поступательное движение вдоль оси отверстия (движение подачи) совершает сверло.

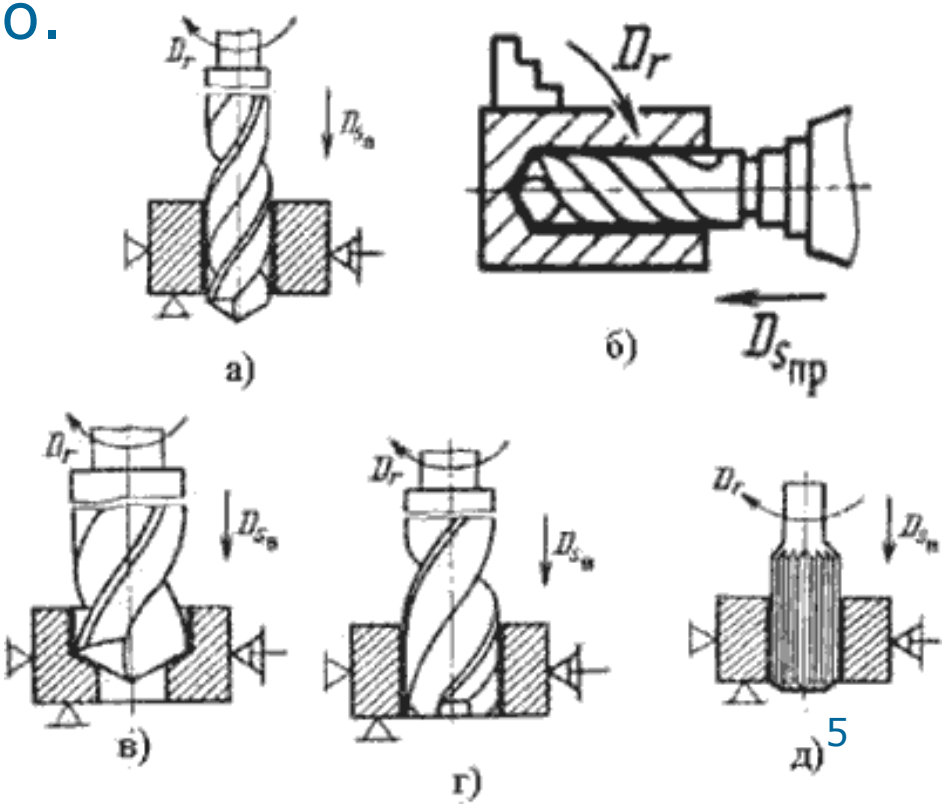

Рисунок 1- Схемы сверления, зенкерования и развертывания

- Диаметры просверленных отверстий всегда больше диаметра сверла, которым они обработаны. Разность диаметров сверла и просверленного им отверстия называют разбивкой отверстия.
- Для стандартных сверл диаметром 10...20 мм разбивка составляет 0,15...0,25 мм. Причиной разбивки отверстий являются недостаточная точность заточки сверл и несоосность сверла и шпинделя сверлильного станка.

- Процесс резания при сверлении протекает так же, как и при точении, но с некоторыми особенностями.

Процесс резания при сверлении происходит в более тяжелых условиях, чем при точении.



Особенности, отрицательно влияющие на протекание процесса стружкообразования при сверлении:

а) уменьшение переднего угла в различных точках режущих кромок по мере приближения рассматриваемой точки к оси сверла;

б) неблагоприятные условия резания у поперечной кромки (так как угол резания здесь больше 90°);

в) отсутствие заднего угла у ленточек сверла, что создает большое трение об обработанную поверхность.

- г) затруднения в удалении стружки и подводе СОЖ, возрастающие с увеличением глубины сверления.
- д) трудно конструктивно обеспечить достаточную жесткость сверл (особенно малого диаметра).

2. Сверла. Классификация сверл

- *Сверло* – осевой режущий инструмент для обработки отверстий в сплошном материале и увеличения диаметра имеющегося отверстия.

Сверла изготовляют цельной и сварной конструкции из:

- углеродистой ,
- легированной,
- быстрорежущей сталей,
- а также оснащают твердыми сплавами.

По конструкции и назначению сверла делят на:

- спиральные
- перовые,
- центровочные,
- сверла для глубокого сверления,
- специальные.

К группе специальных относятся:

- кольцевые,
- эжекторные.

По форме хвостовика:

- с коническим хвостовиком,
- с цилиндрическим хвостовиком.

По длине:

- нормальные,
- укороченные,
- длинные.

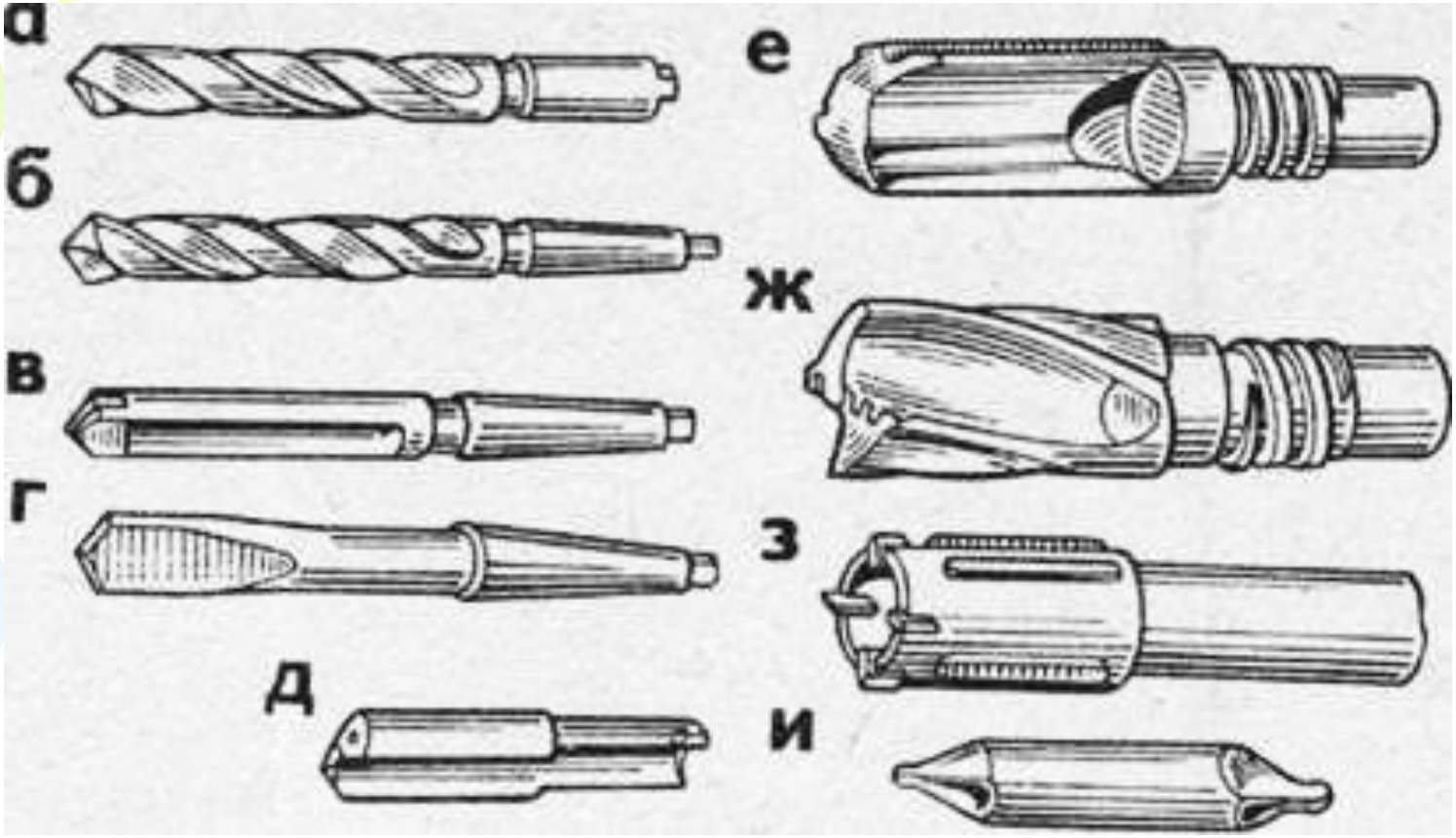

Рисунок 2-Разновидности сверл: а, б — спиральные, в — с прямыми канавками, г — перовое, д — ружейное, е — однокромочное с внутренним отводом стружки для глубокого сверления, ж — двухкромочное для глубокого сверления, з — для кольцевого сверления, и - центровочное

3 Конструктивные элементы спирального сверла

Спиральные сверла используются для обработки отверстий диаметром до 80 мм, обеспечивают точность, соответствующую 11…12 квалитету, и шероховатость Rz=40…160 мкм.

Спиральное (более точно винтовое) сверло, применяется для отверстий:

- не требующих дополнительной обработки;
- под зенкерование;
- под развертывание;
- под нарезание резьбы метчиком.

- Спиральные сверла из быстрорежущей стали с цилиндрическим хвостовиком изготавливают диаметром от 1 до 20 мм. В зависимости от длины рабочей части сверла делят на короткую (ГОСТ 4010 - 77), среднюю (ГОСТ 10902 - 77) и длинную (ГОСТ 886 - 77 и ГОСТ 12122 -77) серии.
- Сверла с коническим хвостовиком изготавливают диаметром от 6 до 80 мм (ГОСТ 10903 - 77), удлиненные (ГОСТ 2092 - 77) и длинные (ГОСТ 12121 - 77).
- Мелкоразмерные сверла диаметром от 0,1 до 1,5 мм для увеличения прочности изготавливают с утолщенным цилиндрическим хвостовиком (ГОСТ 8034 - 76).

- Быстрорежущие сверла диаметром свыше 6 - 8 мм делают сварными, хвостовики у этих сверл, а также хвостовики и корпуса у сверл, оснащенных твердым сплавом, изготавливают из стали 45, 40Х, кроме того, для корпусов сверл, оснащенных твердым сплавом, применяют сталь 9ХС и быстрорежущие стали.

- Спиральные сверла изготовляются из углеродистой инструментальной стали У10А, легированной стали, хромокремнистой 9ХС, быстрорежущей Р6М5.

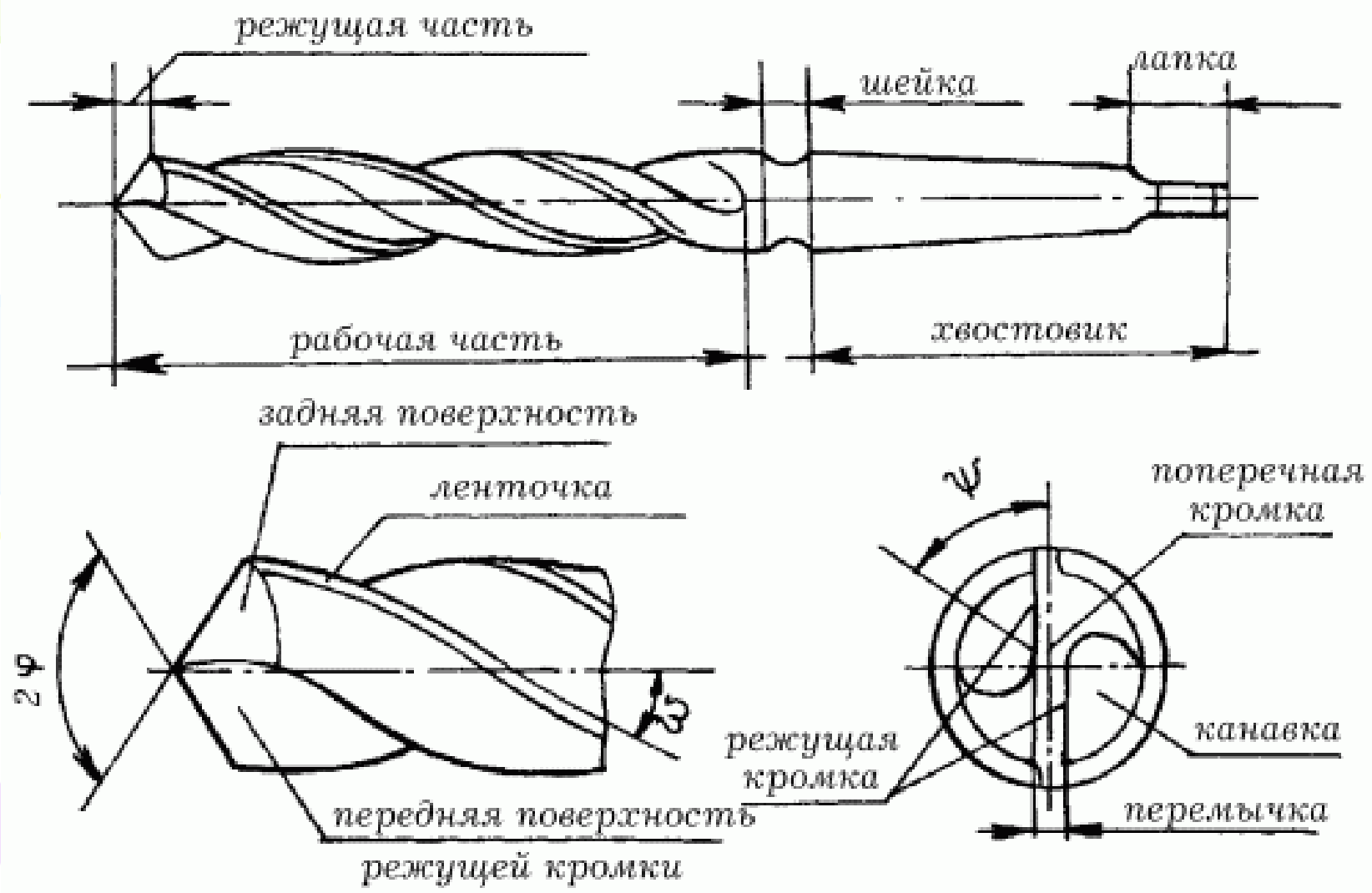

Рисунок 3 - Конструкция спирального сверла

Конструктивные параметры сверла

У спирального сверла различают следующие части (рисунок 1):

- рабочая часть,
- режущая часть,
- направляющая часть,
- соединительная часть (шейка),
- хвостовая часть.

Рабочая часть - часть сверла, снабженная двумя спиральными (точнее, винтовыми) канавками; рабочая часть включает в себя режущую и направляющую части сверла.

Длина рабочей части l_0 сверла зависит от глубины сверления и запаса на переточку

$$l_0 \geq l + 3D \text{ (l – глубина отверстия).}$$

Режущая часть - часть сверла, заточенная на конус и несущая режущие кромки.

Направляющая часть - часть сверла, которая обеспечивает направление сверла в процессе резания.

Хвостовик - часть сверла, служащая для его закрепления и передачи крутящего момента от шпинделя.

Для сверл :

D до 10-12 мм – цилиндрические хвостовики,

D > 12 мм – конические хвостовики.

Шейка сверла соединяет рабочую часть и хвостовик и служит для выхода абразивного круга в процессе шлифования сверла при его изготовлении. На шейке обычно проставляется марка материала сверла.

Лапка - у сверл с коническим хвостовиком служит упором при выбивании сверла из отверстия шпинделя.

Основные элементы спирального сверла:

- Передняя поверхность
- Задняя поверхность
- Режущая кромка
- Ленточка
- Поперечная кромка
- Диаметр сердцевины d_c

Передняя поверхность - винтовая поверхность канавки, по которой сходит стружка.

Задняя поверхность - поверхность, обращенная к поверхности резания.

Режущая кромка - линия, образованная пересечением передней и задней поверхностей; главных режущих кромок у сверла две.

Ленточка - узкая полоска на цилиндрической поверхности сверла, расположенная вдоль винтовой канавки; обеспечивает сверлу направление при резании. Ширина ленточки f должна быть минимальной и выбирается в зависимости от диаметра сверла.

$$f = 0{,}3\ldots2{,}6 \text{ мм.}$$

Поперечная кромка - линия, образованная в результате пересечения обеих задних поверхностей.

Диаметр сердцевины d_c влияет на прочность и жесткость сверла и на величину поперечной кромки.

Оптимальный $d_{c\ опт}$ обеспечивает максимальную стойкость сверла

$$d_{c\ опт} = (0{,}12\ldots0{,}2)D.$$

4. Геометрические параметры спирального сверла

К геометрическим параметрам режущей части сверла относятся:

- угол при вершине сверла,
- угол наклона винтовой канавки,
- передний угол,
- задний угол,
-угол наклона поперечной кромки (перемычки).

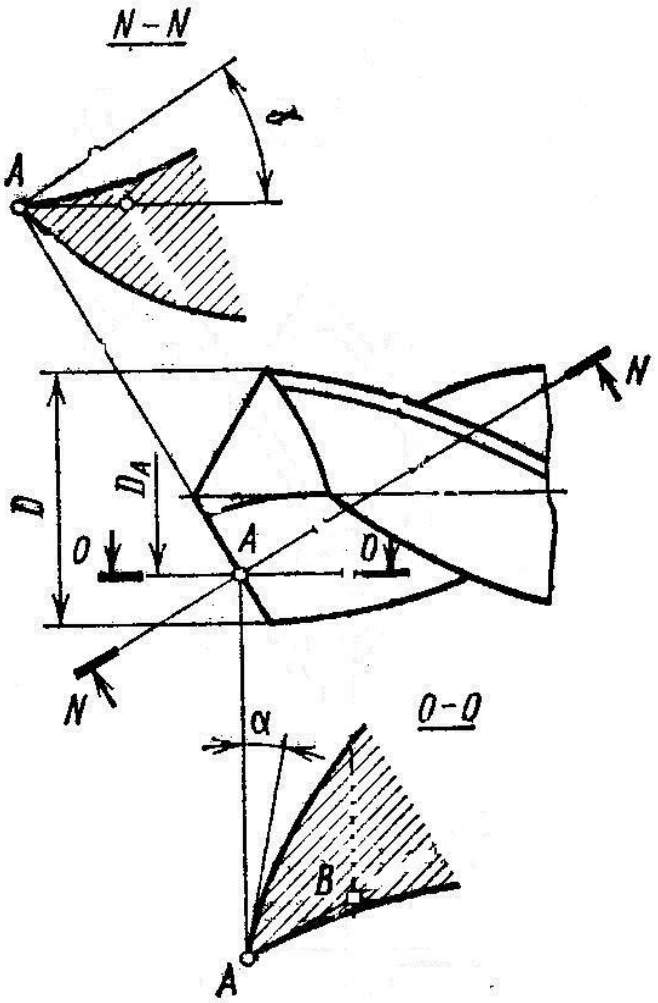

Рисунок 4 - Геометрия спирального сверла

Передний угол γ – угол между касательной к передней поверхности в рассматриваемой точке режущей кромки и нормалью в той же точке к поверхности вращения режущей кромки вокруг оси сверла (к поверхности резания).

В каждой точке режущей кромки передний угол является величиной переменной. Он может быть определен по формуле

$$tg\gamma_x = \frac{r_x}{R}\frac{tg\omega}{\sin\varphi},$$

где r_x - радиус окружности на которой расположена, рассматриваемая точка,

R – радиус сверла,

ω – угол наклона винтовой канавки,

φ – половина угла при вершине сверла.

Наибольшее значение γ на периферии, где в плоскости параллельной оси сверла А-А он равен углу наклона винтовой канавки ω.

Наименьшее значение γ – у вершины сверла. На поперечной кромке угол γ имеет отрицательное значение, что создает угол резания больше 90° , и тяжелые условия резания, металл не режется а скоблится.

Большой передний угол уменьшает угол заострения, что приводит к более быстрому нагреву этой части сверла, а следовательно, и к наибольшему износу.

Изменение переднего угла сверла вдоль всей длины режущей кромки можно видеть из графического построения.

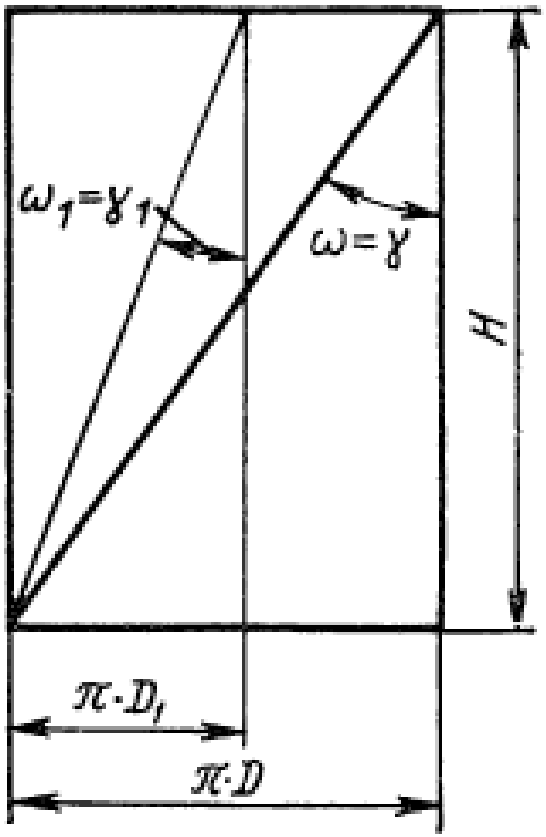

Рисунок 5 – Изменение переднего угла сверла вдоль режущей кромки

Винтовая линия при развертывании на плоскость представляет собой гипотенузу прямоугольного треугольника, одним катетом которого является *шаг винтовой канавки H*, а другим – *длина окружности* того диаметра, на котором образована винтовая линия πD.

Так как шаг винтовой канавки *H* одинаков в любом осевом сечении, то рассматривая винтовую канавку на цилиндре диаметром $D_1<D$, видим что угол $\omega_1<\omega$, а так как в осевом сечении передний угол равен углу наклона винтовой канавки ω, то и $\gamma_1< \gamma$, т.е. по мере приближения точки режущей кромки к оси сверла передний угол уменьшается.

Главным задним углом сверла α называется угол между касательной к задней поверхности в рассматриваемой точке режущей кромки и касательной в той же точке к окружности ее вращения вокруг оси сверла (и плоскостью резания).

Задний угол, так же как и передний, изменяется по величине в разных точках режущей кромки. В точках, расположенных ближе к наружной поверхности сверла, он меньше, в точках, расположенных ближе к центру, больше. Задний угол образуется при заточке заборного конуса и на периферии сверла равен приблизительно 8-12°, а в центре 20-25°.

Для точки, находящейся на периферии сверла, задний угол в нормальной плоскости может быть определен по формуле

$$tg_{\alpha н}=tg\alpha \cdot \sin\varphi$$

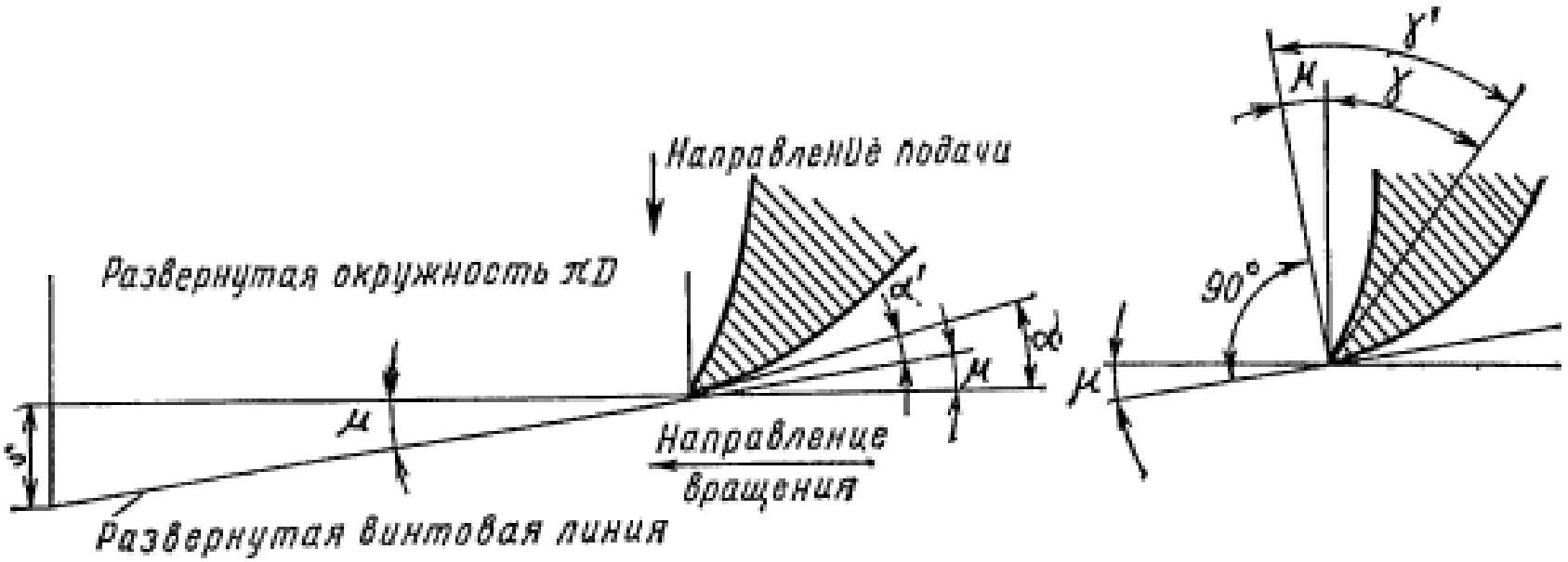

Рисунок 6 – Углы режущих кромок сверла в процессе резания

Действительное значение заднего угла α' во время работы иное по сравнению с тем углом, который получен при заточке и измеренный в статическом состоянии. Он меньше на некоторую величину μ:

$$\alpha' = \alpha - \mu,$$

где $$\operatorname{tg} \mu = S/\pi D$$

Чем меньше диаметр окружности, на которой находится рассматриваемая точка режущей кромки, и чем больше подача S, тем больше угол μ и меньше действительный задний угол α'.

Действительный передний угол в процессе резания γ' соответственно будет больше угла γ, измеренного после заточки в статическом состоянии:

$$\gamma' = \gamma + \mu$$

Угол при вершине 2φ образуют две главные режущие кромки на режущей части (рисунок 3),

Для разных материалов он должен быть различным : для более твердых- больше, для более мягких- меньше.

У сверл из инструментальных сталей при обработке конструкционных материалов обычно равен 116^0-118^0.

Угол наклона поперечной кромки ψ измеряется между проекциями поперечной и главных режущих кромок на плоскость, перпендикулярную к оси сверла; при правильной заточке сверла угол .

$$\psi = 50 \div 55^0$$

Угол наклона винтовой канавки ω заключен между осью сверла и касательной к винтовой линии по наружному диаметру сверла.

$$\operatorname{tg} \omega = \pi D / H$$

где H – шаг винтовой канавки.

Контрольные вопросы:

1. Конструктивные элементы спирального сверла;
2. Геометрические параметры спирального сверла;
3. Кинематика процесса сверления;
4. Классификация сверл;
5. Особенности процесса сверления;
6. Дать определение переднему углу сверла;
7. Назначение хвостовика сверла;
8. Дать определение режущей кромке сверла.

Литература:

1. Грановский Г.И., Грановский В.Г. Резание металлов: Учебник для машиностр. спец. вузов. – М.: Высшая школа. 2019 – 304 с.

2. Бобров В.Ф. Основы теории резания металлов. – М.: Машиностроение, 2010 – 344 с.

3. Аршинов В.А., Алексеев Г.А. Резание металлов. - М.: Машгиз, 2010 – 366с.

4. Формообразующие инструменты в машиностроении: учебное пособие / А. Г. Схиртладзе [и др.]. - М. : Новое знание, 2017. - 556 с. : ил. - (Техническое образование).

5. Режущий инструмент: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / Д. В. Кожевников [и др.] ; под ред. С. В. Кирсанова. - 3-е изд. - М.: Машиностроение, 2015. - 526 с.