Энгельсский технологический институт (филиал) федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ СВЕРЛЕНИЕМ

Методические указания
к выполнению практических работ
по курсам «Технология конструкционных материалов»
и «Технологические процессы в машиностроении»
для студентов направлений

15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»
23.03.01 «Нефтегазовое дело»

очная и заочная формы обучения

Энгельс 2026

Цель работы: ознакомление с назначением различных типов сверл, конструкцией и геометрией спиральных сверл.

ВВЕДЕНИЕ

С целью образования сквозных или глухих отверстий в сплошном материале, а также для увеличения диаметра уже существующих отверстий, применяется специальный режущий инструмент - сверло. Обработка отверстий сверлами производится на сверлильных или токарных станках.

Точность обработки отверстий сверлом находится в пределах 4-5-го класса, а чистота поверхности — в пределах ∇2 - ∇4. Рассверливание предварительно просверленных отверстий обеспечивает 4-й класс точности и чистоту поверхности в пределах ∇4 - ∇б.

Задание:

1)ознакомиться с областью применения различных типов сверл;

2)изучить конструкцию и геометрию спиральных сверл;

3)ознакомиться с назначением геометрических параметров спиральных сверл для обработки различных конструкционных материалов.

ТИПЫ И НАЗНАЧЕНИЯ СВЕРЛ

В зависимости от конструкции и назначения различают следующие типы сверл: перовые, центровочные, спиральные или винтовые, сверла для глубокого сверления (ружейные и пушечные), для кольцевого сверления, сверла с пластинками из твердых сплавов.

Перовые сверла (рис. 1, а) отличаются простой конструкцией и предназначается в основной для обработки твердых материалов, фасонных и ступенчатых отверстий. Однако они мало производительны и не позволяют получить отверстая точного размера, поэтому применение их ограничено.

Центровочные сверла (рис. 1, б) применяются для получения в центровом отверстии вала внутреннего конуса с углом 60°, который является технологической базой при обработке детали в центрах.

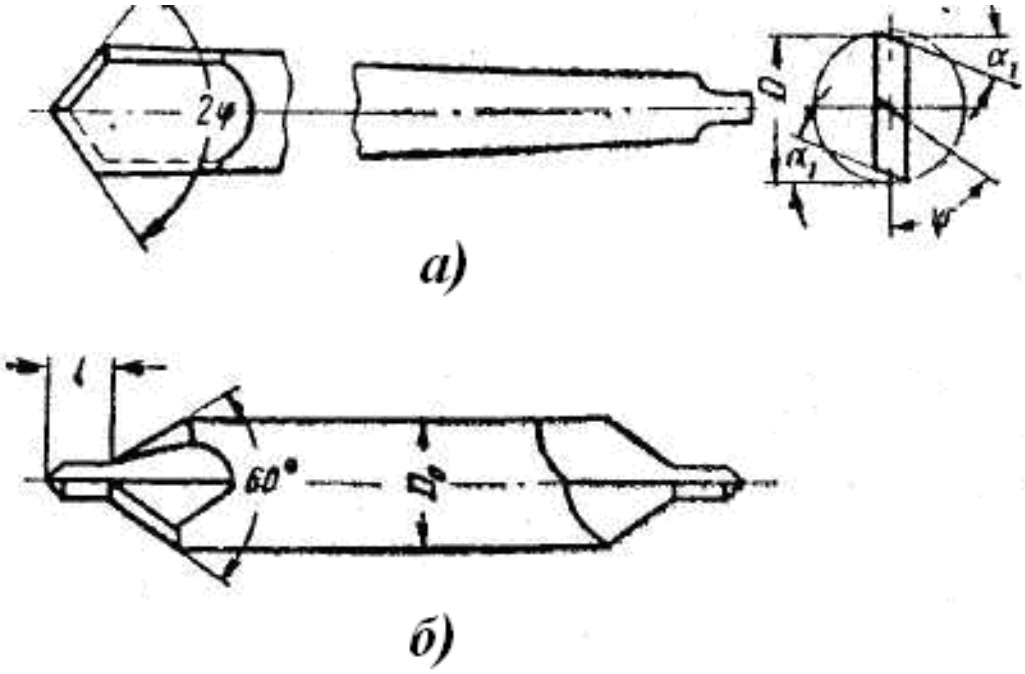

Рис. 1. Типы сверл: а) перовое сверло; б) центровочное сверло.

Для обработки отверстий, глубина которых менее 4÷5 диаметров, применяют спиральные или винтовые сверла (рис. 1, а). Сверла с винтовыми канавками по сравнению с перовыми имеют ряд преимуществ, в частности, имеют большую точность обработки и высокую производительность, поэтому почти в 90% случаев, требующих получения отверстия резанием, применяют сверла с винтовыми канавками.

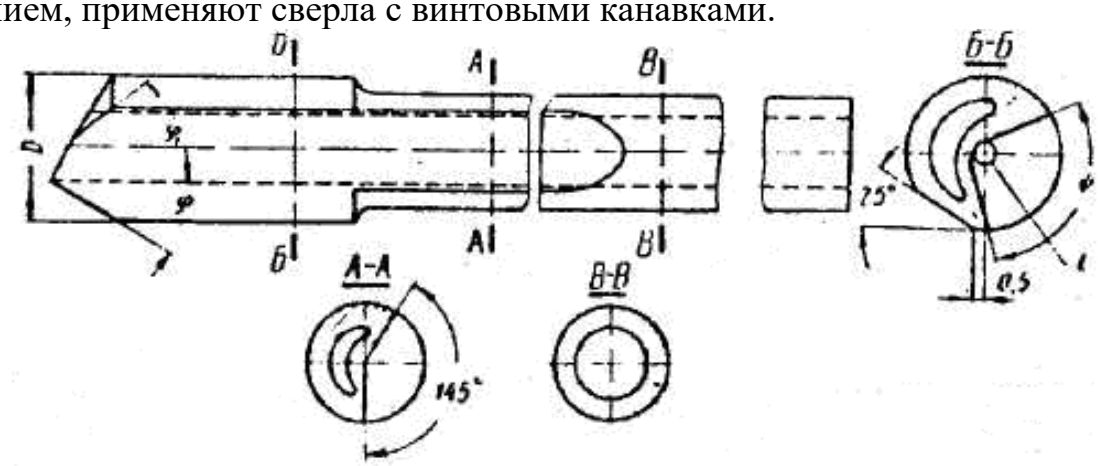

Рис. 2. Ружейное сверло

Однако для сверления отверстий глубиной более пяти диаметров спиральные сверла оказываются малопригодными из-за недостаточной жесткости, ухудшения отвода стружки и т.д. Поэтому для глубокого сверления применяются специальные ружейные (рис.2) или пушечные сверла (рис.3).

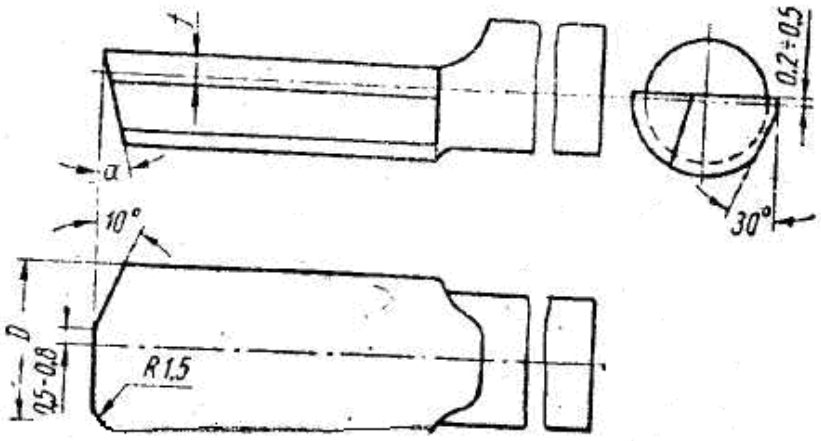

Рис. 3. Пушечное сверло

При сверлении отверстий более 80 мм обычным способом в стружку превращается большой объем металла. В случае же применения кольцевого сверла (рис. 4.) большая часть металла остается в виде сердечника, представляющего собой пригодный для использования материал.

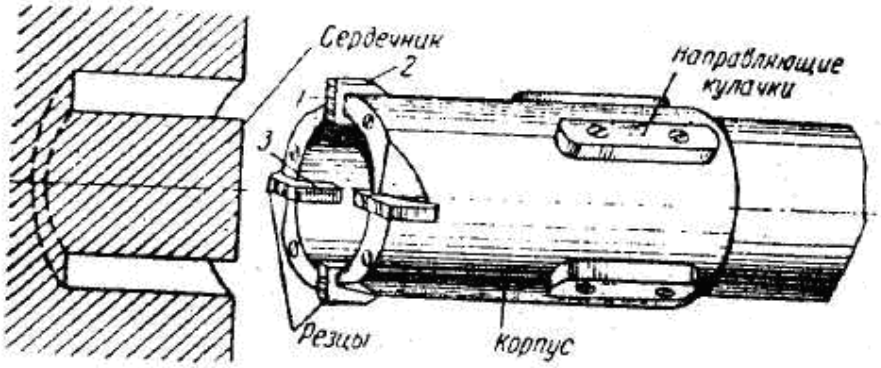

Рис. 4. Сверло для кольцевого сверления

Сверла, оснащенные пластинками из твердых сплавов, обладают высокой стойкостью, обеспечивают высокую производительность и предназначаются для обработки закаленных, нержавеющих и жаропрочных сталей, термореактивных пластмасс и керамик. Они выполняются с прямыми, винтовыми и наклоненными канавками. Твердосплавочные сверла с прямыми канавками применяют для сверления неглубоких отверстий длиной менее двух диаметров. Сверла с винтовыми канавками – для сверления отверстий длиной более двух диаметров, а сверла с наклонными канавками применяет для сверления отверстий в листовом материале.

ЧАСТИ И ЭЛЕМЕНТЫ СПИРАЛЬНОГО СВЕРЛА.

Спиральное сверло состоит из следующих частей (рис.5):

1. Рабочая часть - часть сверла, снабженная двумя - спиральными

(точнее винтовыми) канавками. Она включает в себя режущую и направляющую (калибрующую) части сверла.

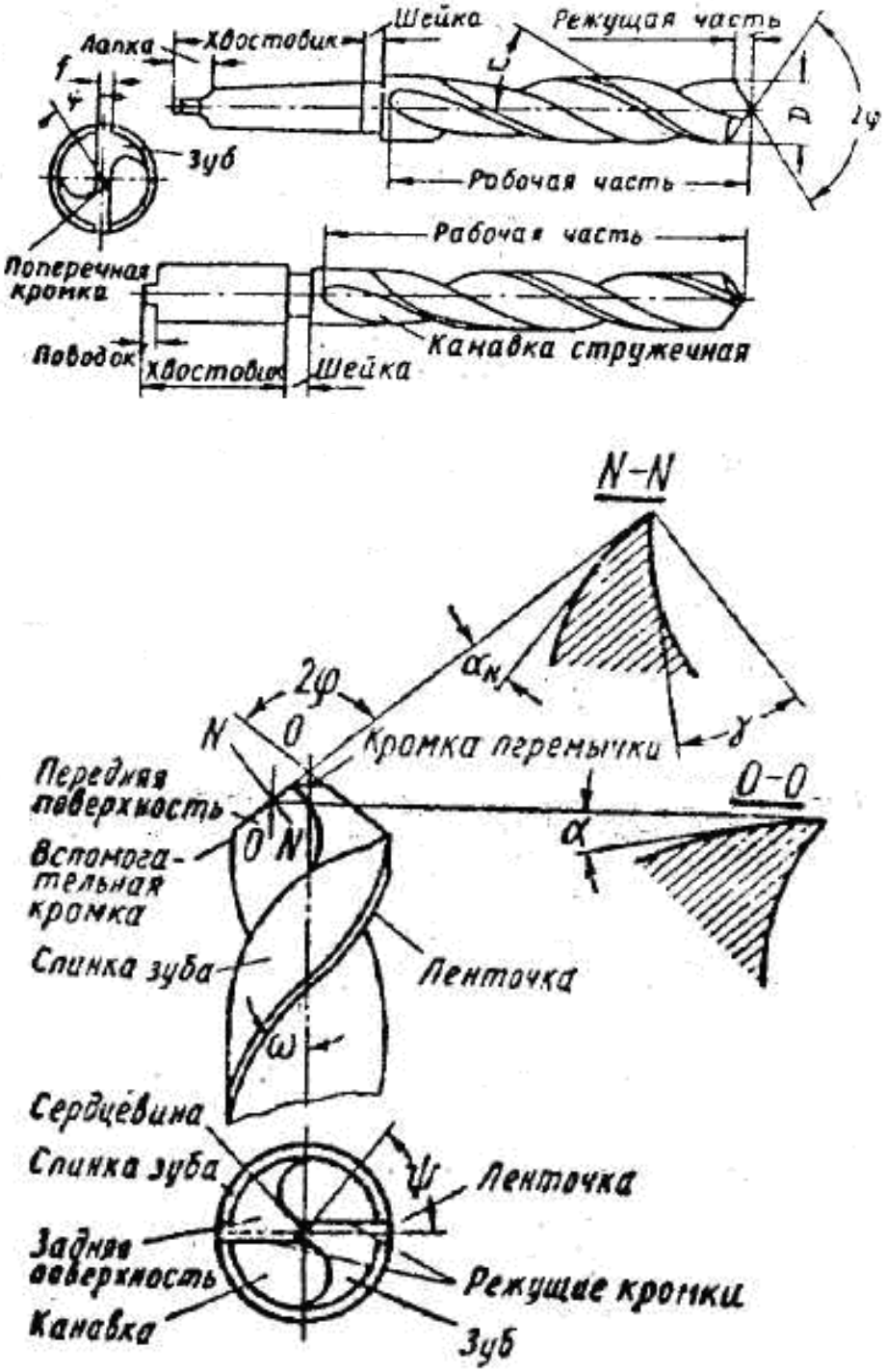

Рис. 5. Части и элементы спирального сверла.

2. Режущая часть - часть сверла заточенная на конус.

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

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

Хвостовик сверла выполняется в форме цилиндра для диаметров от 0,25 до 9,4 мм форме конуса для диаметров от 6 до 80 мм. В первом случае сверло закрепляется при помощи кулачкового патрона (рис.6, а) во втором при помощи переходной конусной втулки (рис. 6, б).

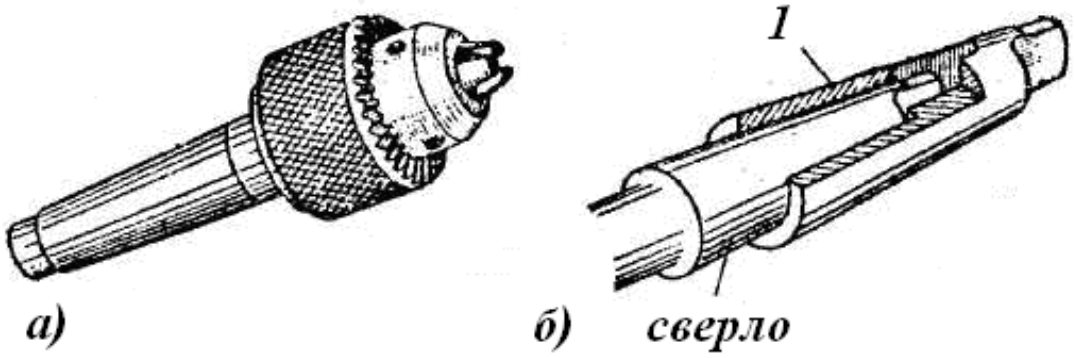

Рис. 6. а) Патрон для закрепления сверл с цилиндрическим хвостовиком; б) коническая втулка для закрепления сверл с коническим хвостовиком

5. Лапка (у сверл с коническим хвостиком) служит упором при выбивании сверла из отверстия шпинделя или переходной конусной втулки.

6. Поводок (у сверл и цилиндрическим хвостиком) предохраняет сверло от проворачивания в патроне.

Основными элементами спирального сверла являются следующие:

1. Передняя поверхность - винтовая поверхность канавки, по которой сходит стружка. С целью обеспечения большей прочности и жесткости диаметр сердцевины сверла по мере приближения к хвостовику увеличивается.

2. Задняя поверхность - поверхность, обращенная к поверхности резания (рис. 7).

3. Главная режущая кромка - линия, образованная пересечением передней и задней поверхности. Главных режущих кромок у сверла две. Они выполняет основную работу резания.

Рис. 7. Поверхности при сверлении

4. Ленточка - узкая полоска на цилиндрической поверхности сверла, расположенная вдоль винтовой канавки. Она обеспечивает сверлу направление и центрирование при резании. Для уменьшения трения при углублении сверла в отверстие диаметр сверла по направляющим ленточкам уменьшается от вершины к хвостовику в пределах от 0,03 до 0,08 мм на каждые 100 мм длины сверла.

5. Вспомогательная режущая кромка, образованная пересечением передней поверхности с поверхностью ленточки. У спиральных сверл их две. Вспомогательные режущие кромки принимают участие в резании на длине, определяемой величиной подачи.

6. Поперечная режущая кромка - линия, образованная в результате пересечения обеих задних поверхностей. Фактически она не режет, а сминает, выдавливает металл, что приводит к увеличение усилия подачи.

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ СПИРАЛЬНОГО СВЕРЛА

К геометрическим параметрам спирального сверла относятся следующие:

1. Угол режущей части (угол при вершине) 2φ - угол между главными режущими кромками сверла. Значение угла при вершине для разных обрабатываемых металлов - различно: для более твердых - больше, для более мягких - меньше (см. табл. 1).

Таблица 1

Значения ω и 2φ рекомендуемые для различных обрабатываемых металлов для сверл из быстрорежущей, углеродистой или легированной стали (диаметр сверла более 10 мм)

Обрабатываемый материал	Угол наклона ω винтовой канавки в град	Угол при вершине 2φ в град
Сталь, до 70 кГ/мм^2	30	116-118
Сталь, св. 70 до 100 кГ/мм^2	25	120
Сталь, св. 100 до 140 кГ/мм^2	20	125
Нержавеющая сталь	25	120
Чугун	25-30	116-120
Красная медь	34-45	125
Медное литье и латунь	25-30	130
Бронза, НВ 100 и выше	15-20	135
Мягкая бронза НВ не менее 100	8-12	125
Алюминиевые сплавы	35-45	130-140
Пластмассы, эбонит, бакелит	8-12	60-100

2. Угол наклона поперечного режущего лезвия ψ - угол между проекциями поперечной и главной режущих кромок на плоскость, перпендикулярную к оси сверла. Обычно этот угол равен 50 - 55°.

3. Наклон винтовой канавки, по которой сходит стружка, определяется углом ω, заключенным между осью сверла и касательной к винтовой линии по наружному диаметру сверла. Этот угол ω, называемый углом наклона винтовой канавки, определяет величину переднего угла сверла: с увеличением угла ω увеличивается передний угол и тем самым облегчает процесс стружкообразования. Угол наклона винтовой канавки у сверл берется в пределах от 18 до 30° (см. табл. 2).

Значения угла ω в зависимости от вида обрабатываемого материала приведены в табл. 1.

На режущей части сверла рассматриваются следующие его геометрические параметры.

Таблица 2

Угол наклона винтовой канавки

Диаметр сверла, мм	0,25-0,35	1,0-1,9	3,5-4,4	10-80
Угол наклона винтовой канавки ω, град.	18	22	25	30

Передний угол - угол между касательной к передней поверхности в рассматриваемой точке режущей кройки и нормалью в той же точке к поверхности вращения режущей кромки вокруг оси сверла. Передний угол рассматривается в плоскости, перпендикулярной к режущей кромки сверла (плоскость N - N, рис. 5). По длине режущей кройки передний угол γ является величиной переменной. Наибольшее значение передний угол имеет на периферии сверла ($\gamma_{max} \approx 30°$). По мере приближения к оси сверла передний угол уменьшается ($\gamma_{min} \approx 3°$), а у поперечного режущего лезвия он принимает отрицательное значение.

Задний угол α - угол между касательной к задней поверхности в рассматриваемой точке режущей кромки и касательной в той же точке к окружности ее вращения вокруг оси сверла. Этот угол рассматривается в плоскости О - О (см. рис. 5), направленной по касательной к окружности в данной точке и параллельной оси сверла. Задний угол сверла - величина переменная: у периферии α = 8-14°, по мере приближения к поперечной режущей кройке задний угол возрастает и достигает 20 - 26°.

Критерием правильной заточки сверла является соблюдение углов 2φ, ψ и α_{min}.

Кроме этого, необходимо, чтобы ось сверла проходила через середину перемычки и делила угол при вершине 2φ на две равные части, и чтобы длины главных режущих лезвий были равны.

МАТЕРИАЛ РЕЖУЩЕЙ ЧАСТИ СВЕРЛ

Сверла изготавливает цельной и сварной конструкции из инструментальных углеродистых (У10А, У12А) или легированных (9ХС) сталей,

быстрорежущей стали (Р9, Р18, Р9К5), или оснащаются пластинками из твердых сплавов (Т15К6, ВК8). При обработке сталей применяется твердый сплав марки Т15К6, а при обработке чугунов, цветных металлов и сплавов, неметаллических материалов (термореактивная пластмасса, керамика и др.) - ВК8.

Сверла диаметром 6 мм и выше изготовляют сварными. При этом хвостовики сварных сверл изготовляют из стали 45 или 40Х.

Сверла из быстрорежущей стали обеспечивают обработку отверстий по 5-4-му классам точности и по 3-4-му классу чистоты по ГОСТ 2789-59. Сверла с пластинками из твердых сплавов, работающие на более высоких скоростях резания, обеспечивают обработку отверстий по 4-3-му классу точности до 4-5-го класса чистоты.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Дать характеристику предложенного сверла.
2. Указать марку материала режущей часта сверла.
3. Изобразить эскиз сверл с указанием его конструктивных элементов и геометрических параметров.
4. Предоставить результаты измерения основных конструктивных элементов и геометрических параметров сверла.
5. Указать область применения предложенного сверла и его возможности в отношении точности и чистоты поверхности.

ИЗМЕРЕНИЕ ОСНОВНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СПИРАЛЬНОГО СВЕРЛА

Основные конструктивные элементы и геометрические параметры спирального сверла определяют, следующим образом:

1. Действительный диаметр D измеряют микрометром у режущей части по ленточкам.
2. Диаметр D_1 измеряют микрометром у шейки в том месте, где заканчиваются спиральные канавки.
3. Диаметр D_2 измеряют микрометром по затылованным поверхностям режущих зубьев у режущей части.
4. Расстояние l между сечениями, в которых измерялись диаметры D и D_1, измеряют масштабной линейкой или штангенциркулем
5. Конусность калибрующей части сверла К на 100 мм длины и высоту ленточек h подсчитывают по формулам:

$$K = \frac{D - D_1}{2} \cdot 100 \text{ мм}; \; h = \frac{D - D_2}{2} \text{ мм}.$$

6. Угол наклона винтовой канавки на периферии сверла ω определяет

по его тангенсу:

$$tg\omega = \frac{\pi D}{H},$$

где D - диаметр сверла, мм;

H - шаг винтовой линии, мм.

Шаг винтовой линии H измеряют вдоль образующей сверла масштабной линейкой или штангенциркулем.

7. Угол при вершине сверла 2φ измеряют универсальным угломером (рис. 8, а). Кроме того, измеряют углы у обеих главных режущих кромок. При правильной заточке сверла оба угла должны быть одинаковы.

8. Длину главных режущих кромок измеряют масштабной линейкой или штангенциркулем. При правильной заточке сверла длины обеих режущих кромок должны быть одинаковы.

9. Угол наклона поперечной режущей кромки (перемычки) ψ измеряют универсальным угломером непосредственно на сверле (рис.8, б).

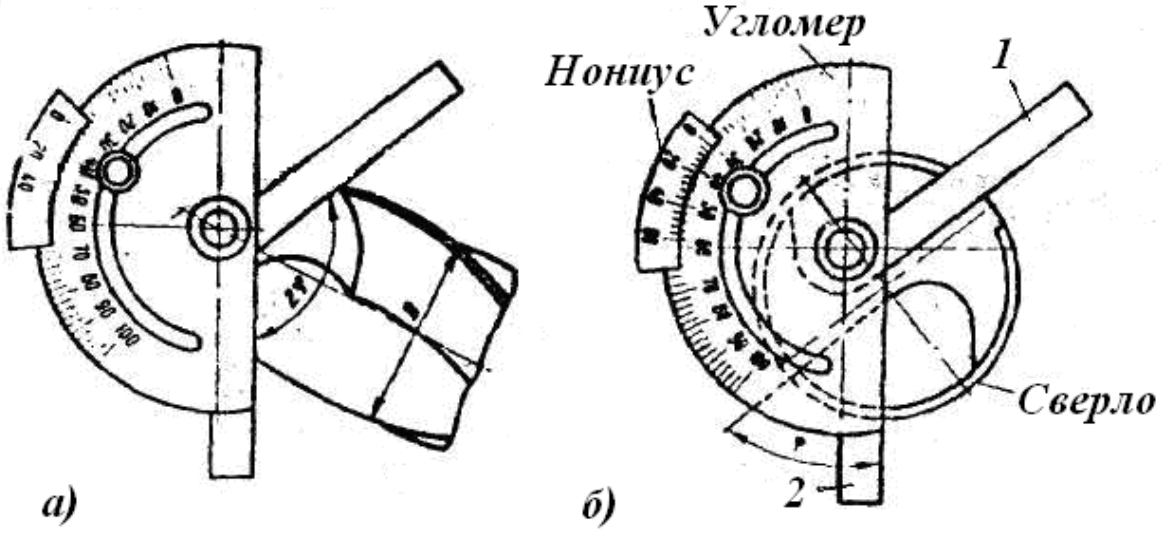

Рис. 8. Измерение угла при вершине (а) и угла наклона поперечной кромки (б) универсальным угломером.

При этом измерительную плоскость одной линейки угломера прикладывают к главной режущей кромке, а измерительную плоскость второй линейки проектируют (на глаз) на поперечную кромку.

10. Передней угол α в главной секущей плоскости N - N в любой точке X главной режущей кромки, находящейся на расстоянии Rx от оси сверла приближенно определяется по величине его тангенса:

$$tg\gamma_x = -\frac{Rx}{D} \cdot \frac{tg\omega}{\sin\varphi}.$$

Пользуясь этой формулой и результатами измерений углов ω и φ, подсчитывают значения величин передних углов в различных точках главной ревущей кромки.

Область применения спиральных сверл из углеродистой и быстрорежущей стали при данной их заточке в значительной мере определяется величиной угла при вершине 2φ (см. табл. 1).

ЛИТЕРАТУРА

1. Дальский А.М. Технология конструкционных материалов. / А.М. Дальский, Т.М. Барсуков, Л.Н. Бухаркин и др. − М.: Машиностроение, 2008 − 560 с.
2. Фетисов Г.П. Материаловедение и технология металлов / Г.П. Фетисов, М.Г. Карпман, В.М. Матюнин и др. − М.: Высшая школа, 2008. – 876 с.

ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ СВЕРЛЕНИЕМ

Методические указания
к выполнению практической работы

Составили: СТЕКОЛЬНИКОВ Максим Владимирович
КОНОПЛЯНКИН Сергей Владимирович

Рецензент
Редактор

Подписано в печать Формат 60x84 1/16
Бум. тип. Усл.-печ.л. 1,16 (1,25) Уч.-изд.л. 1,1
Тираж 100 экз. Заказ Бесплатно
Саратовский государственный технический университет
410054 г. Саратов, ул. Политехническая, 77
Копипринтер СГТУ, 410054 г. Саратов, ул. Политехническая, 77