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

**Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.
Энгельсский технологический институт (филиал)**

ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ РАЗВЕРТЫВАНИЕМ

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:

1. Изучение конструктивных элементов различных видов разверток.
2. Определение области применения изучаемых инструментов.
3. Измерение геометрических параметров развертки.

ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТ, НЕОБХОДИМЫЕ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ДАННОЙ РАБОТЫ

1. Развертки различных видов.
2. Штанген-циркуль с ценой деления 0,1 мм.
3. Масштабная линейка.
4. Универсальный угломер.
5. Угломер Бабчиницера.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Назначение разверток

Развертки применяются как для предварительной, так и для окончательной обработки ранее изготовленных отверстий с целью получения более точных размеров и чистой поверхности стенок отверстий.

Предварительное развертывание применяется взамен зенкерования. Окончательное развертывание применяется после чистовой расточки, зенкерования или предварительного развертывания отверстий.

Окончательное развертывание в зависимости от технологических условий позволяет обрабатывать отверстие по 2 и 3 - му классам точности.

Конструкция и область применения разверток

Составные части разверток указаны на рис. 1

Базой закрепления стандартных разверток служат цилиндрический, цилиндрический с квадратом и конический хвостовики для жёсткого крепления в шпинделе станка. Для увеличения точности обрабатываемых отверстий специальные качающиеся развертки могут иметь одно и двушарнирное соединение режущей части с хвостовиком, жестко закреплённым в шпинделе станка.

Развертки имеют различное число зубьев:

а) «плавающие» развертки имеют два режущих зуба;

б) котельные развертки - от 3-х до 8-ми зубьев;

в) регулируемые развертки со вставными пластинками имеют от 4-х до 10 зубьев в зависимости от диаметра;

г) стандартные цельные развертки имеют от 6 до 12 зубьев.

Число зубьев у разверток подсчитывается по формуле:

$$Z = 1{,}5\sqrt{D} + 2 \div 4,$$

где D - номинальный диаметр разверток; Z - число зубьев.

Для устранения отпечатков зубьев на стенках развернутых отверстий на стандартных развертках применяют неравномерный шаг, см. рис.2.

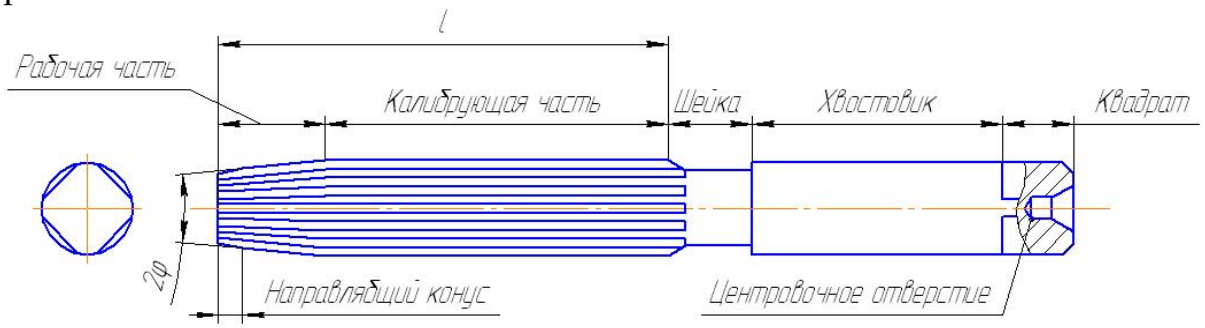

Рис. 1

На длине калибрующей части l_3, зубья имеют ленточки для направления, и центрирования разверток в отверстиях. Ширина ленточек f в зависимости от обрабатываемого материала и диаметра меняется: при завертывании вязких металлов f=0,05-0,8 мм; при развертывании особо точных отверстий в стали и чугуне f=0,3-0,4 мм. С целью уменьшения силы трения между поверхностью ленточек и стенками обрабатываемого отверстия и, следовательно, для уменьшения связанного с этим налипания металла изделия на поверхность ленточек на развертках делается задний конус (см. рис. 3).

Рис. 2

Рис.3

Длина заднего конуса l_4 =0,25+0,5 длины всей калибрирующей части l_2. На длине l_4 по направлению к хвостовику диаметр уменьшается на 0,005 мм. у ручных, на 0,04-0,06 мм. - у машинных на 0,06-0,10 мм. - у качающихся разверток.

Развертки делят на две основные группы: ручные (работающие от руки) и машинные (цельные и насадные).

Кроме этого развёртки делят:

1. По устройству хвостовой части - на развёртки с коническим, цилиндрическим и квадратным хвостиком.

2. По форме обрабатываемого отверстия - на цилиндрические, конические и ступенчатые.

3. По способу крепления зубьев - на цельные, составные, напайные и с механическим креплением.

4. По материалу режущей части — на углеродистые, быстрорежущие и твердосплавные.

Развёртки для глухих отверстий

Данные развёртки имеют режущие зубья не только на заборной части, но также и на торце. Развёртки для глухих отверстий могут быть цельными и насадными, см. рис. 4.

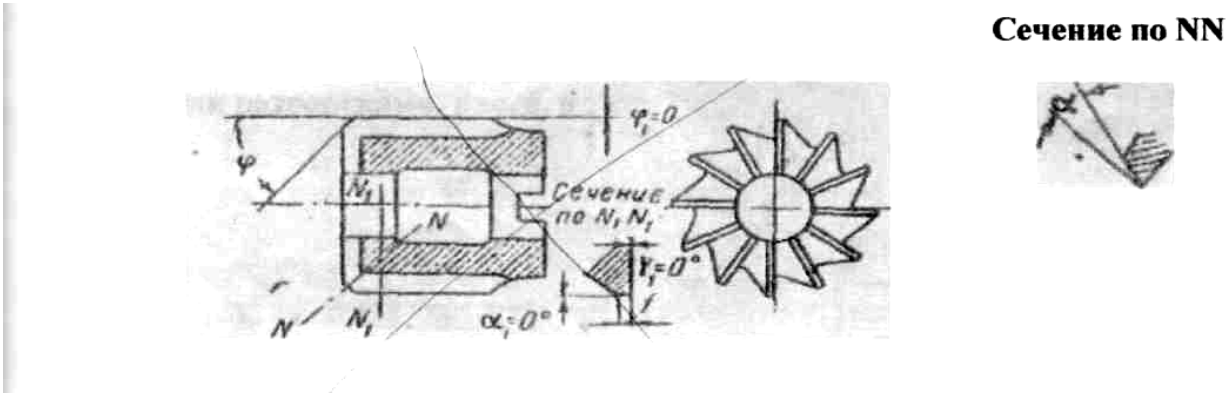

Рис. 4.

Заборная часть затачивается с углом γ = 45°. Остальные геометрические параметры такие же, как и у развёрток для сквозных отверстий (см. рис. 1).

Качающиеся или маятниковые развертки

Данного вида развёртки имеют не жёсткое, а шарнирное закрепление в станке, обеспечивающее самоцентрирование развёртки в момент врезания и в процессе её работы. Одна из конструкции качающейся развёртки показана на рис. 5.

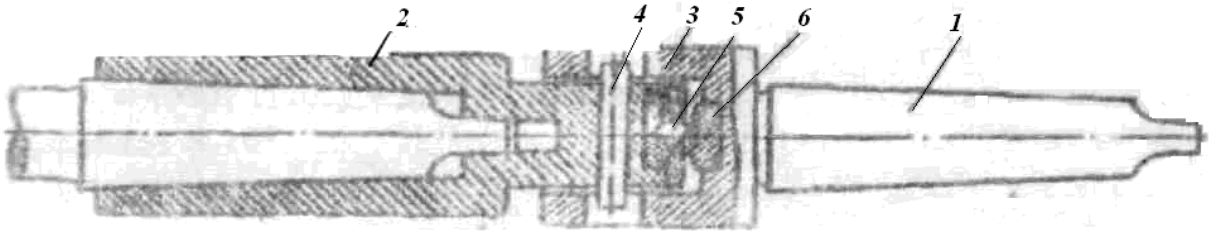

Рис. 5

1 - конический хвостовик
2 - втулка
3 - оправка
4 - штифт
5 - шарик (закалённый)
6 - подпятник.

Конусные развертки

Конусные развертки применяются для предварительной и окончательной обработки конических отверстий.

Подготовительная обработка отверстий после сверления ведется для удаления лишнего металла последовательно: двумя червовыми развертками (рис.6, а, б).

Окончательная обработка конусных поверхностей ведется конусными

развертками (рис. 6, в).

Передний угол γ для первой и второй разверток берется равным 6-8°, для третьей, чистовой развертки, γ=0°.

Задний угол α - для всех 3 видов разверток выдерживается в пределах 8-10°.

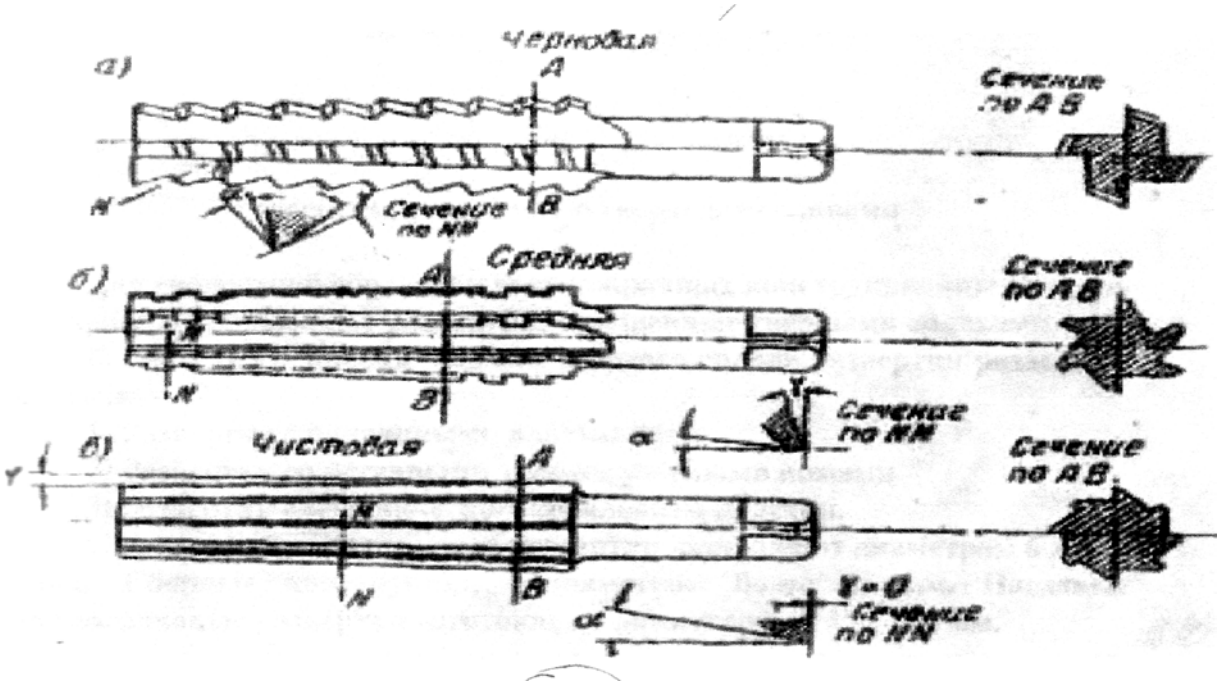

Рис. 6

Развертки со вставными ножами

Развертки со вставными ножами изготовляют с целью экономии быстрорежущей стали, а также с целью регулирования размеров развертки по диаметру. Наиболее распространенным и рациональным методом закрепления ножей является закрепление при помощи рифленых поверхностей, которыми снабжаются нож и корпус развертки.

Канавки для ножей делают прямыми или с наклоном под углом равным 10-12°.

Конструкция развертки данного вида представлена на рис. 7

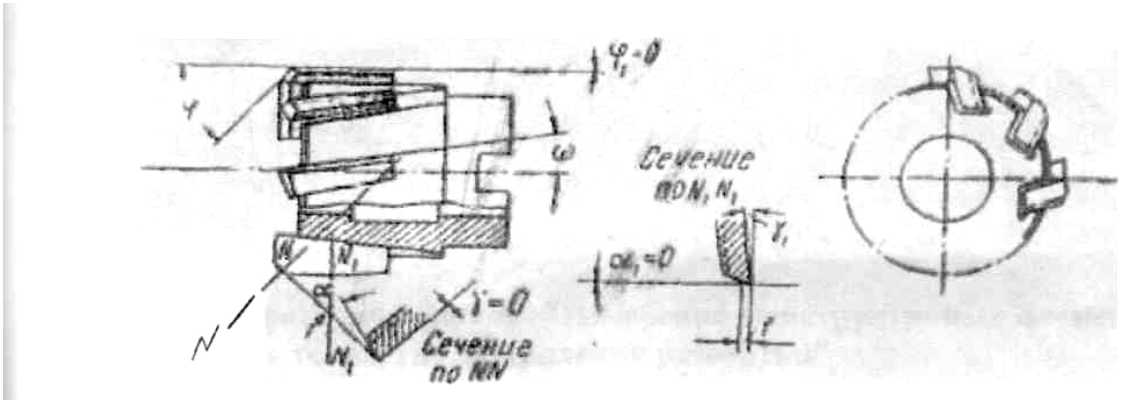

Рис. 7

Развертки, оснащенные твердыми сплавами

Для скоростной обработки высокопрочных конструкционных сталей, как правило, применяют развертки, оснащенные твердыми сплавами.

По методу крепления пластин твердого сплава развертки разделяют на группы:

1) Развертки с напаянными пластинками
2) Развертки со вставными твердосплавными ножами
3) развертки с механическим креплением пластин.

С напаянными пластинами развертки выполняют диаметром 6 мм. и выше. Сборные конструкции - диаметром более 25 мм. Насадные твердосплавные развертки изготовлений" диаметром от 15 до 50 мм.

Геометрические параметры цельной и насадной разверток одинаковы, т.е. $\varphi = 45^o$, $\gamma=0^o$, f = 0,15-0,25 мм.

Развертывание высокопрочных сталей осуществляется со скоростью резания до 100 м/мин с обильным охлаждением и применением соответствующих приспособлений - кондукторов с вращающимися втулками. Конструкция насадной цилиндрической развертки с напаянными пластинками твердого сплава представлена на рис. 8.

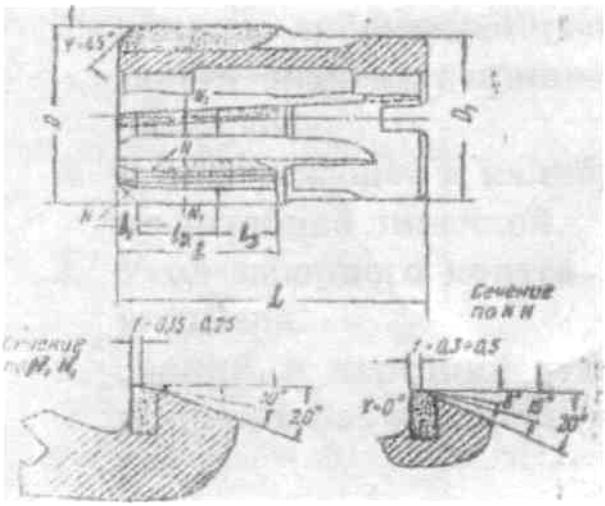

Рис. 8

Методика производства измерений:

1) Размер развертки и марку материала её режущей части указывают: у развертки с хвостовиком - на шейке или на хвостовике. У развертки насадной - на торце.
2) Диаметр развертки измеряют в нескольких сечениях по длине калибрующей части при помощи штангенциркуля и за его значение принимают наибольший из полученных размеров.
3) Длину режущей и калибрующей части развертки измеряют масштабной линейкой.
4) Угол заборного конуса φ - при помощи универсального угломера.

5) Задний и передний углы - при помощи универсального угломера Бабчиницера (рис. 9)

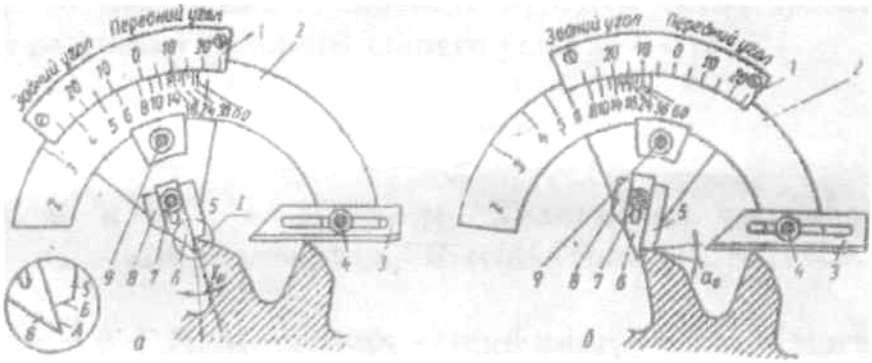

Рис. 9

Угломер состоит из обработанной по дуге пластинки 2, на которой нанесена шкала чисел зубьев развертки. По пластинке 2 вручную передвигается сектор 1. Плавность передвижения сектора регулируют винтом 9. При правильной регулировке сектор должен легко передвигаться по пластинке 2, но не скользить по ней под действием собственного веса. На секторе имеется две градусные шкалы: по одной из них отсчитывают величины передних углов, а по второй - величины задних углов.

По направляющему выступу пластинки 2 своим пазом скользит линейка 3, которую закрепляют винтом 4. На секторе 1 при ослабленном винте 7 может перемещаться планка 6 в пазу, который образуют планки 5 и 8, неподвижно соединенные с сектором 1. Измерительные плоскости А и Б планок 5 и 6 образуют прямой угол.

При измерении главного угла γ угломер (рис. 9 а) накладывают на режущие кромки двух соседних звеньев так, чтобы он располагался в плоскости, нормальной к режущей кромке измеряемого зуба; линейка 3 должна опираться на режущую кромку одного зуба, а вершина второго зуба должна упираться в вершину прямого угла, образованного измерительными плоскостями планок 5 и 6. Поворачивая сектор 1, совмещают измерительную плоскость планки 6 с передней поверхностью зуба развертки и делают отсчет величины переднего угла γ в следующей последовательности: на шкале пластинки 2 находят риску, соответствующую числу зубьев измеряемой развертки и затем по угловой шкале "передний угол" против этой риски отсчитывают величину γ_N в градусах.

При измерении главного угла угломер (рис.9 б) накладывают на режущие кромки двух зубьев так, чтобы он располагался в плоскости, нормальной к оси развертки. Линейка 3 должна опираться на режущую кромку одного зуба, а вершина второго зуба должна упираться в вершину прямого угла, образованного планками 5 и 6. Поворачивая сектор 1, совмещают измерительную плоскость планки 5 с задней поверхностью зуба развертки. После этого на градусной шкале "задний

угол" сектора 1 против риски на пластинке 2, соответствующей числу зубьев развертки, отсчитывают величину главного заднего угла α.

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 РАЗВЕРТЫВАНИЕМ

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