

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева»

В. А. Коротков

ПРОЦЕССЫ И ОПЕРАЦИИ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ

Методические указания к лабораторным работам

Рекомендованы учебно-методической комиссией направления
подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств»
в качестве электронного издания
для использования в учебном процессе

Кемерово 2015

Рецензенты:

Клепцов А. А. – кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой технологии машиностроения

Коротков А. Н. – доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой металлорежущих станков и инструментов

Коротков, Виталий Александрович

Процессы и операции формообразования: методические указания к лабораторным работам [Электронный ресурс] : для студентов направления подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» / В. А. Коротков; КузГТУ. – Электрон. дан. – Кемерово, 2015. – Систем. требования : Pentium IV ; ОЗУ 8 Мб; Windows 95 ; мышь. – Загл. с экрана.

Содержат сведения об инструментах, процессах и операциях формообразования, предназначенных для изготовления деталей машин методами резания, порядок выполнения работ, контрольные вопросы и рекомендуемую литературу.

Содержание методических указаний соответствует учебному плану и рабочей программе по дисциплине «Процессы и операции формообразования» для студентов направления подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (уровень бакалавриата).

© КузГТУ, 2015

© Коротков В. А., 2015

СОДЕРЖАНИЕ

I. Методические указания к лабораторной работе на тему «Конструкции и геометрические параметры резцов».....	4
II. Методические указания к лабораторной работе на тему «Изучение конструкции и геометрии спиральных свёрл».....	13
III. Методические указания к лабораторной работе на тему «Изучение конструкции и геометрии зенкеров и развёрток».....	20
IV. Методические указания к лабораторной работе на тему «Изучение конструкции и геометрии круглых протяжек».....	27
V. Методические указания к лабораторной работе на тему «Изучение конструкции и геометрии цилиндрических фрез».....	36
VI. Методические указания к лабораторной работе на тему «Изучение конструкции и геометрия метчика и плашки».....	44
VII. Методические указания к лабораторной работе на тему «Изучение конструкции и геометрии зуборезного долбяка»....	56
VIII. Методические указания к лабораторной работе на тему «Изучение конструкции и характеристик шлифовальных инструментов.....	61
Список рекомендуемой литературы.....	77

І. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ НА ТЕМУ «**КОНСТРУКЦИИ И ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ РЕЗЦОВ**»

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Ознакомиться с основными разновидностями и назначением токарных резцов, операциями формообразования при точении; закрепить знания по конструктивным элементам резцов применительно к их разным типам; освоить расположение основных углов, входящих в понятие «геометрия резца» для разных конструкций резцов.

2. КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Токарные резцы по своему назначению делятся на:

- проходные: для снятия припуска металла вдоль оси вращения заготовки;
- подрезные: для подрезания торцов деталей и формирования фасок;
- отрезные (кановочные): для отрезки деталей и проточки кановок;
- фасонные: для изготовления поверхностей со сложным профилем;
- расточные: для обработки внутренних поверхностей цилиндрических деталей;
- резьбовые: для нарезания резьбы.

По своим конструктивным особенностям резцы подразделяются на:

- по направлению подачи: на правые (подача справа-налево) и левые (подача слева-направо);
- по расположению и форме режущей части: на прямые, отогнутые (влево, вправо) и изогнутые (вверх, вниз), оттянутые (симметричные, смещенные влево, смещенные вправо);
- по способам крепления режущей пластины: припаянные пластины, приваренные, приклеенные, закрепленные механически.

- по форме передней поверхности режущей части: с плоской поверхностью, плоской с виброгасящей фаской, с радиусной (криволинейной) поверхностью.

Каждый резец состоит из двух основных частей – державки и режущей части. Державка предназначена для крепления резца в резцедержателе станка, должна обеспечить инструменту необходимую жесткость и прочность, и имеет два измеряемых параметра – ширину и высоту сечения ($B \times H$).

Режущая часть необходима для резания материалов и имеет следующие части:

- переднюю поверхность (ПП): поверхность, по которой сходит стружка;
- главную заднюю поверхность (ГЗП): поверхность, обращенную к обрабатываемой поверхности детали;
- вспомогательную заднюю поверхность (ВЗП): поверхность, обращенную к уже обработанной поверхности детали.

На пересечение данных поверхностей образуются две (иногда три) режущих кромки:

- главная режущая кромка (ГРК): кромка, которой совершается основной процесс резания;
- вспомогательная режущая кромка (ВРК): кромка, которая помогает совершать процесс резания (таких кромок может быть 2).

На пересечении режущих кромок образуется точка, именуемая вершиной резца (у некоторых резцов может быть 2 вершины).

Геометрия резца характеризуется набором углов, которые определяют положение передней, главной и вспомогательной задней поверхностей в пространстве. К этим углам относятся:

Углы в главной секущей плоскости (ГСП): плоскости, проходящей перпендикулярно к главной режущей кромке (в любой ее точке).

- передний угол (γ): угол между касательной к передней поверхности резца и перпендикуляром к плоскости резания; угол γ может быть положительным (касательная к передней поверхности располагается ниже перпендикуляра к плоскости резания), отрицательным (касательная к ПП располагается выше перпенди-

куляра к плоскости резания) и равным нулю (касательная совпадает с перпендикуляром к плоскости резания);

- задний угол (α): угол между касательной к главной задней поверхности и плоскостью резания;

- угол заострения (β): угол между передней и главной задней поверхностями;

- угол резания (δ): угол между касательной к передней поверхности и плоскостью резания.

Между перечисленными углами существуют следующие взаимосвязи:

$$\alpha + \beta + \gamma = 90 \text{ (при } \gamma \text{ – положительном);}$$

$$\delta + \gamma = 90 \text{ (при положительном угле } \gamma \text{).}$$

Угол во вспомогательной секущей плоскости (ВСП): плоскости, проходящей перпендикулярно к вспомогательной режущей кромке (в любой ее точке)

- вспомогательный задний угол (α_1): угол между касательной к вспомогательной задней поверхности и линией, проходящей через вершину резца перпендикулярно к основной плоскости;

Углы в плане:

- главный угол в плане (φ): угол между главной режущей кромкой и направлением подачи;

- вспомогательный угол в плане (φ_1): угол между вспомогательной режущей кромкой и обратным направлением подачи;

- угол при вершине резца (ξ): угол между главной и вспомогательной режущими кромками.

Угол, определяющий направление схода стружки:

- угол наклона главной режущей кромки (λ): угол между главной режущей кромкой и линией, проходящей через вершину резца параллельно основной плоскости и лежащей в плоскости ГЗП; угол λ может быть положительным (главная режущая кромка располагается ниже линии, параллельной основной плоскости), отрицательным (главная режущая кромка располагается выше линии, параллельной основной плоскости) и равным нулю (главная режущая кромка совпадает с линией, параллельной основной плоскости); при положительном λ стружка будет сходить влево относительно токаря, при отрицательном λ – вправо, а при $\lambda = 0$ – будет сходить вдоль державки резца.

3. ЗАДАНИЕ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

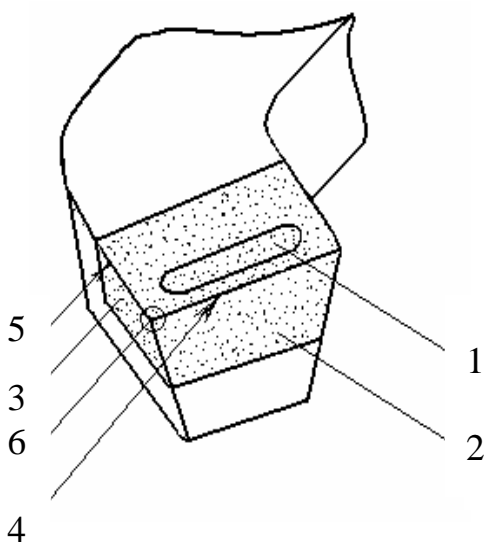
Согласно варианту из приложения выполнить следующее:

1. Сделать эскиз резца (в аксонометрии или в двух плоскостях), на котором указать все его конструктивные элементы.
2. Начертить схему обработки резцом и изобразить сечения резца, в которых указать все углы, отражающие геометрию данного инструмента
3. Охарактеризовать назначение и область применения резца, учитывая его конструкцию, геометрию, материал режущей части.

4. ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

Дан резец со следующими параметрами: проходной, отогнутый, правый с напаянной пластинкой из твердого сплава марки Т15К6, имеющий геометрию: передний угол $\gamma = 10^\circ$, задний угол $\alpha = 8^\circ$, вспомогательный задний угол $\alpha_1 = 3^\circ$, главный угол в плане $\phi = 45^\circ$, вспомогательный угол в плане $\phi_1 = 45^\circ$, угол наклона главной режущей кромки $\lambda = 5^\circ$. Форма передней поверхности – криволинейная с фаской.

4.1. Эскиз резца с указанием конструктивных элементов режущей части



- 1 – передняя поверхность;
- 2 – главная задняя поверхность;
- 3 – вспомогательная задняя поверхность;
- 4 – главная режущая кромка;
- 5 – вспомогательная режущая кромка;
- 6 – вершина резца.

Рис. 1. Проходной отогнутый правый резец

4.2. Схема обработки и сечения резца с указанием его геометрических параметров

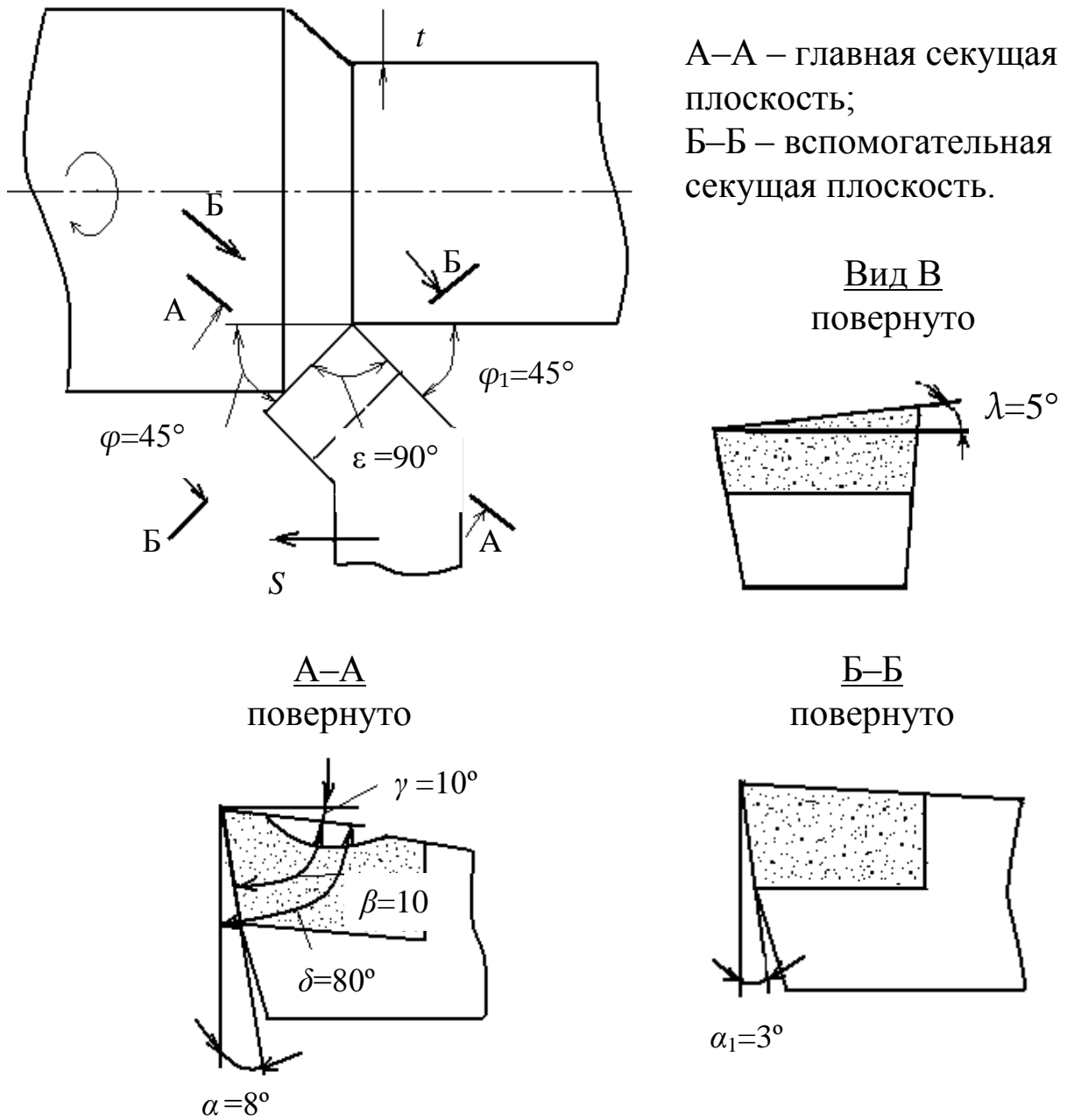


Рис. 2. Геометрические параметры резца

β – угол заострения, $\beta = 90^\circ - (\gamma + \alpha) = 90^\circ - (10^\circ + 8^\circ) = 72^\circ$;

δ – угол резания, $\delta = 90^\circ - \gamma = 90^\circ - 10^\circ = 80^\circ$;

ε – угол при вершине, $\varepsilon = 180^\circ - (\varphi + \varphi_1) = 180^\circ - (45^\circ + 45^\circ) = 90^\circ$

4.3. Резцы такого типа служат для обработки цилиндрических наружных поверхностей и могут использоваться для подрезки торцов деталей и изготовления фасок.

Режущая часть резца с пластиной из двухкарбидного твердого сплава Т15К6 обеспечивает данному инструменту высокую теплостойкость и твердость, что позволяет вести обработку на больших скоростях. Такой резец целесообразно использовать для обработки деталей без твердых включений, литейных раковин, без резких ударов при относительно равномерном припуске, т.к. он имеет высокую хрупкость и склонен к скалыванию и выкрашиванию. Криволинейная с фаской поверхность позволяет лучше завивать стружку и уменьшать ее трение по режущей части резца.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Для каких целей могут использоваться токарные резцы?
2. По каким конструктивным признакам классифицируются резцы?
3. Из каких элементов состоит режущая часть резцов?
4. Какие углы характеризуют геометрию резца?
5. Дать определение всем углам, отражающим геометрию резца.

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Используя список рекомендуемой литературы выполнить следующее:

1. Изучить конструктивные особенности существующих разновидностей резцов.
2. Выучить определения углов и получить четкое представление об их расположении по главной и вспомогательной секущим плоскостям и на виде в плане.
3. Подготовиться к защите лабораторной работы.

Параметры резцов

№ вар.	Тип резца	Марка режуще- го мате- риала	Способ крепления режущей части	Форма передней поверхно- сти	Углы резца, град.					
					ϕ	ϕ_1	γ	α	α_1	λ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Проходной отогнутый правый	ВК8	напайка	плоская	45	45	10	8	5	0
2	Проходной отогнутый правый	T15K6	напайка	с фаской	45	15	14	8	6	5
3	Проходной отогнутый правый	P6M5	напайка	криволин.	45	45	10	10	6	0
4	Проходной отогнутый левый	ВК6	напайка	с фаской	60	15	-5	8	4	-5
5	Проходной отогнутый левый	T5K10	напайка	плоская	60	30	0	10	4	0
6	Проходной прямой правый	T5K10	напайка	с фаской	45	45	10	8	6	10
7	Проходной прямой правый	ВК8	напайка	с фаской	60	20	5	12	8	10
8	Проходной прямой левый	T15K6	напайка	плоская	45	20	0	10	8	-5
9	Проходной прямой правый	T14K8	механич.	криволин.	92	8	20	8	6	0
10	Проходной прямой правый	T30K4	механич.	криволин.	45	15	14	10	6	0
11	Проходной прямой левый	ВК3	механич.	криволин.	92	8	15	10	6	0
12	Проходной прямой правый	ВК6	механич.	с фаской	45	15	14	8	4	-5
13	Проходной упорный отогнутый правый	ВК6	напайка	плоская	90	20	10	8	5	10

Продолжение приложения

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
14	Проходной упорный отогнутый правый	T15K6	напайка	криволинейная	90	15	20	12	8	0
15	Проходной упорный отогнутый левый	T14K8	напайка	с фаской	90	8	14	8	6	-10
16	Проходной упорный отогнутый левый	P6M5	напайка	с фаской	90	8	5	10	5	0
17	Проходной упорный прямой правый	BK8	напайка	криволинейная	90	10	10	10	6	0
18	Проходной упорный прямой левый	T5K10	напайка	с фаской	90	20	5	8	5	5
19	Подрезной отогнутый правый	P6M5	напайка	плоская	15	8	15	13	6	-8
20	Подрезной отогнутый левый	BK3	напайка	с фаской	10	10	10	10	6	-5
21	Подрезной отогнутый правый	BK6	механич.	с фаской	15	10	15	6	4	8
22	Подрезной отогнутый левый	T5K10	механич.	криволин.	10	15	5	8	6	5
23	Проходной изогнутый вниз	P9	напайка	плоская	45	15	15	8	5	-5
24	Проходной изогнутый вниз	T5K10	напайка	криволинейная	45	45	20	8	6	0
25	Проходной изогнутый вверх	BK8	напайка	с фаской	60	15	10	10	8	5
26	Отрезной с оттянутой головкой смещенной влево	T15K6	напайка	с фаской	90 90	1 1	12	8	6	0

Продолжение приложения

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
27	Отрезной с оттянутой головкой смещенной влево	ВК8	напайка	криволинейная	90 90	3 3	15	10	3	0
28	Отрезной с оттянутой головкой смещенной вправо	ВК4	напайка	с фаской	100 80	3 3	10	10	4	0
29	Отрезной с оттянутой головкой смещенной вправо	ВК6М	напайка	криволинейная	106 74	1 1	12	8	4	0
30	Отрезной с оттянутой симметричной головкой	Т5К10	напайка	криволинейная	95 85	1 1	12	8	3	0
31	Отрезной с оттянутой симметричной головкой	Р6М5	механический	криволинейная	106 74	2 2	16	10	3	0
32	Отрезной с оттянутой симметричной головкой	Р6М5	механический	плоская	90 90	3 3	10	10	2	0
33	Резьбовой прямой	Т30К4	механич.	плоская	60	60	0	8	2	0
34	Резьбовой с оттянутой головкой смещенной влево	ВК3М	напайка	плоская	60	60	5	10	2	0
35	Резьбовой с оттянутой головкой смещенной вправо	ВК4	напайка	криволинейная	60	60	0	12	3	0
36	Расточной для сквозных отверстий	ВК6	напайка	с фаской	60	20	10	10	4	0
37	Расточной для сквозных отверстий	ВОК-60	механический	плоская	45	45	15	12	2	0

Продолжение прил.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
38	Расточной для глухих отверстий	T5K10	напайка	с фаской	115	15	5	8	6	-5
39	Расточной для глухих отверстий	BK3	механический	с фаской	105	10	10	10	5	-5
40	Резьбовой для внутренней резьбы	T30K4	напайка	криволинейная	60	60	-5	10	5	0
41	Чистовой широкий	T15K6	напайка	плоская	0	2	10	8	2	0
42	Чистовой широкий	BK3	напайка	криволин.	0	3	15	10	2	0
43	Фасонный призматический	P6M5	напайка	плоская	-	2	25	10	2	0
44	Фасонный призматический	BK4	механич.	плоская	-	3	10	10	3	0
45	Фасонный круглый	P6M3	цельный	плоская	-	3	15	10	4	0
46	Фасонный круглый	P6M5	цельный	плоская	-	2	25	10	2	0
47	Проходной прямой правый	алмаз	механич.	плоская	45	45	0	8	8	0
48	Расточной для сквозных отверстий	алмаз	механич.	плоская	60	20	0	10	10	0
49	Проходной отогнутый правый	эльбор	механич.	плоская	90	5	-10	10	5	0
50	Расточной для сквозных отверстий	эльбор	механич.	плоская	93	3	-10	12	6	0

II. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ НА ТЕМУ «ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ГЕОМЕТРИИ СПИРАЛЬНЫХ СВЁРЛ»

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить назначение и расположение основных конструктивных элементов и геометрических параметров спиральных сверл, особенности формообразования при сверлении, научиться измерять геометрические параметры спиральных сверл и пользоваться соответствующими средствами измерения.

2. КРАТКИЕ ТЕОРИТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Сверление – это операция по изготовлению сквозных и глухих отверстий в широком диапазоне размерных параметров (диаметров, длин) и назначений. Осуществляется операция сверления с помощью инструментов, которые в зависимости от конструктивных особенностей и назначения имеют следующие названия:

- сверла перовые (ружейные, пушечные): для изготовления глубоких отверстий;

- сверла кольцевые: для изготовления отверстий больших диаметров;

- сверла центровочные: для изготовления в заготовках отверстий с целью их последующего крепления и обработки в центрах станков;

- сверла комбинированные: имеющие на теле одного инструмента два или более разных диаметра или инструментов с разным назначением (например, сверло-зенкер);

- сверла эжекторные: с внутренним подводом СОЖ для эффективного охлаждения зоны резания и вывода образующейся стружки;

- сверла цельные и сборные: режущая часть этих инструментов выполняется либо целиком из инструментального материала или в виде режущих пластин, которые тем или иным способом крепятся на теле инструмента.

Наиболее распространенными среди перечисленных инструментов являются сверла спиральные, которые предназначены для изготовления отверстий средних диаметров и длин. Поэтому в данной лабораторной работе рассматривается и изучается конструкция и геометрия именно этих инструментов.

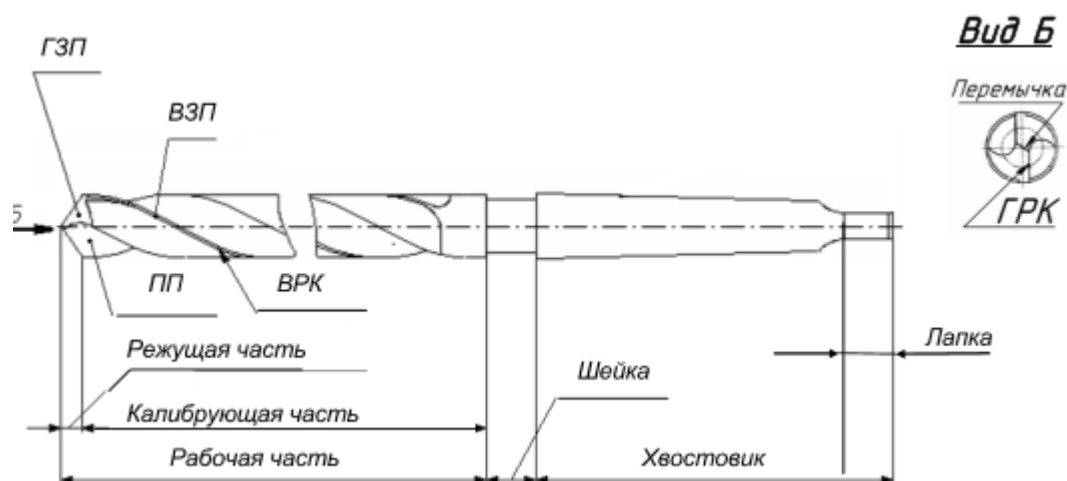


Рис. 1. Конструкция спирального сверла

В их числе:

режущая часть: для обеспечения основного процесса резания;

—

— калибрующая часть: для калибрования отверстия, зачистки его поверхности и сбора стружки;

— рабочая часть: часть сверла, которая непосредственно участвует в работе (ее длина должна быть больше длины обрабатываемого отверстия);

— шейка: переходный элемент (место соединения) между рабочей частью сверла и хвостовиком (используется, как правило для маркировки инструмента – здесь указываются диаметр сверла и марка инструментального материала);

— хвостовик: служит для крепления сверла в патроне станка (подразделяется на конический и цилиндрический разновидности);

— лапка: служит для вынимания инструмента из патрона станка и противодействует его проворачиванию в патроне;

- ПП: передняя поверхность (по которой сходит стружка);
- ГЗП: главная задняя поверхность (обращена к обрабатываемой поверхности детали);
- ВЗП: вспомогательная задняя поверхность (обращена к сформированному отверстию);
- ГРК: главная режущая кромка (совершает основной процесс резания);
- ВРК: вспомогательная режущая кромка (помогает совершать процесс резания); для сверла эта кромка имеет специальное название – ленточка; ленточка приподнята над основной частью ВЗП и выполнена в виде узкой отшлифованной (для уменьшения трения) полоски;
- перемычка: соединительная режущая кромка между двумя ГРК.

Конструктивно спиральное сверло изготовлено так, что имеет две ПП, ГЗП, ВЗП, ГРК и ВРК, а общее количество режущих кромок – 5 (две ГРК, две ленточки и перемычка). Геометрические параметры спирального сверла изображены на рис. 2.

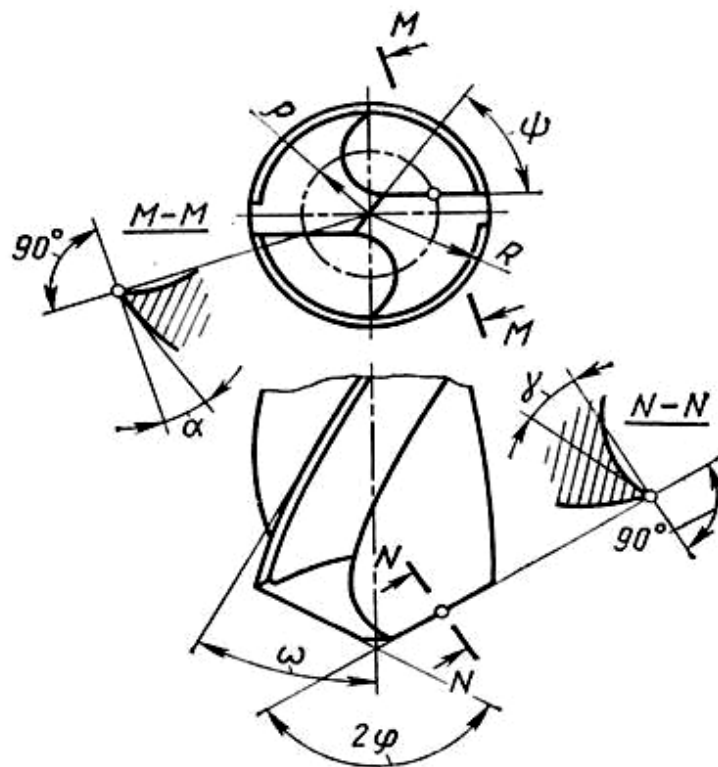


Рис. 2. Геометрические параметры спирального сверла

Здесь:

- γ : передний угол – образуется между касательной к ПП в рассматриваемой точке и перпендикуляром к плоскости резания (имеет переменное значение в зависимости от рассматриваемой точки на ГРК);

- α : задний угол – образуется между плоскостью резания и касательной к ВЗП в рассматриваемой точке (задний угол как и угол γ изменяет свои значения по мере перемещения вдоль ГРК);

- 2φ : угол заточки сверла – образуется между проекциями двух ГРК на плоскость (стандартное значение $2\varphi = 118^\circ$, но на практике этот угол могут перетачивать в сторону увеличения или уменьшения в зависимости от марки обрабатываемого материала);

- ω : угол наклона винтовой канавки – образуется между осью сверла и касательной к винтовой канавке (влияет на густоту «завивки» сверла и эффективность отвода стружки из зоны резания);

- ψ : угол наклона перемычки – образуется между поперечной режущей кромкой и осями симметрии сверла;

- φ_1 : угол утонения сверла – образуется между осью сверла и проекцией касательной к ВЗП на плоскость (предназначен для уменьшения трения сверла о стенки отверстия при работе).

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Для спирального сверла, выданного преподавателем, выполнить следующие измерения конструктивных и геометрический параметров.

3.1. Измерить конструктивные элементы:

- D_0 : диаметр сверла в начале режущей части;
- D_1 : диаметр сверла у хвостовика (разница диаметров $D_0 - D_1$ демонстрирует наличие обратной конусности сверла с целью уменьшения трения об обрабатываемое отверстие);

- L_p : длину режущей части;

- L_k : длину калибрующей части;

- L : длину рабочей части;

- $L_{ш}$: длину шейки;
- $L_{х}$: длину хвостовика;
- $L_{рк}$: длину ГРК;
- a : ширину ленточки.

Для выполнения измерений использовать штангенциркуль, а полученные данные занести в табл. 1

Таблица 1

Результаты измерений конструктивных элементов
спирального сверла, мм

D_0	D_1	L_p	L_k	L	$L_{ш}$	L_x	$L_{рк}$	a

3.2. Измерить геометрические параметры:

- 2φ : угол заточки сверла (измерять универсальным угломером);
- ω : угол наклона винтовой канавки (измерять с помощью копировальной бумаги и транспортира);
- ψ : угол наклона перемычки (измерять угломером или транспортиром);
- φ_1 : угол утонения сверла – определять по формуле (1), используя данные табл. 1:

$$\varphi_1 = \operatorname{arctg} \frac{(D_0 - D_1)}{L_k}, \quad (1)$$

- γ : передний угол – вычислять по формуле (2):

$$\gamma = \operatorname{arctg} \frac{d \cdot \operatorname{tg} \omega}{D_0 \cdot \sin \varphi}, \quad (2)$$

где d – диаметр точки на ГРК, в которой вычисляется величина угла γ ; угол γ следует определять в трех-четырех разных точках ГРК и на основе полученных значений построить график изменения этого угла в зависимости от диаметра точки на ГРК.

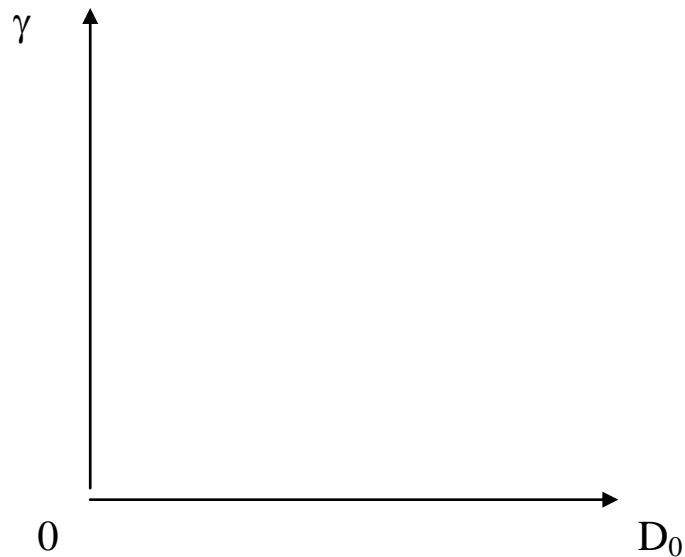
Измеренные и вычисленные значения углов записать в табл. 2.

Таблица 2

Результаты измерений и вычислений углов
спирального сверла, град

2φ	ω	ψ	φ_1	γ_1	γ_2	γ_3	γ_4

Построить график, отражающий изменение переднего угла в зависимости от диаметра рассматриваемой точки на главной режущей кромке.



4. ОБОРУДОВАНИЕ

1. Комплект спиральных сверл.
2. Набор измерительных инструментов и аксессуаров: штангенциркуль (микрометр), универсальный угломер, масштабная линейка, транспортир, копировальная бумага.
3. Калькулятор с тригонометрическими функциями для вычисления значений углов по имеющимся исходным данным и соответствующим формулам.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какими конструктивными элементами характеризуются спиральные сверла?
2. Что входит в понятие геометрия сверла?
3. Сколько режущих кромок имеет спиральное сверло и их роль в процессе резания?
4. Для какой цели сверло имеет обратную конусность (угол φ_1)?
5. Какие части ГРК у сверла работают более интенсивно?
6. С какой целью хвостовик сверла выполняется цилиндрическим или коническим?

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

1. Используя список рекомендуемой литературы ознакомиться с конструкцией, геометрией и назначением других разновидностей сверл, помимо спиральных.
2. Подготовить отчет по лабораторной работе.
3. Прощудировать контрольные вопросы и подготовиться к защите лабораторной работы.

III. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ НА ТЕМУ «ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ГЕОМЕТРИИ ЗЕНКЕРОВ И РАЗВЁРТОК»

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить назначение и расположение основных конструктивных элементов и геометрических параметров зенкеров и разверток.

Научиться измерять конструктивные и геометрические параметры зенкеров и разверток, пользуясь соответствующими средствами измерения.

2. КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Зенкерование – это операция по обработке готовых отверстий после сверления, литья, штамповки и других способов формообразования отверстия. Осуществляется операция зенкерования с помощью инструментов, которые в зависимости от конструктивных особенностей и назначения имеют следующие названия:

- зенкеры машинные цельные с метрическим конусом либо конусом Морзе;
- зенкеры насадные с напаянными пластинами из твердого сплава, либо с их механическим креплением;
- зенковки (конические и цилиндрические) для формирования фасок и «потайных» углублений для винтов и шурупов;
- зенкеры для цилиндрических углублений (цековка);
- зенкеры для зачистки торцевых поверхностей;

Наиболее распространенными среди перечисленных инструментов являются зенкеры машинные, которые предназначены для обработки отверстий средних диаметров и длин. Поэтому в данной лабораторной работе рассматривается и изучается конструкция и геометрия именно этих инструментов.

На рис. 1 представлен чертеж зенкера, на котором указаны все конструктивные элементы этого инструмента.

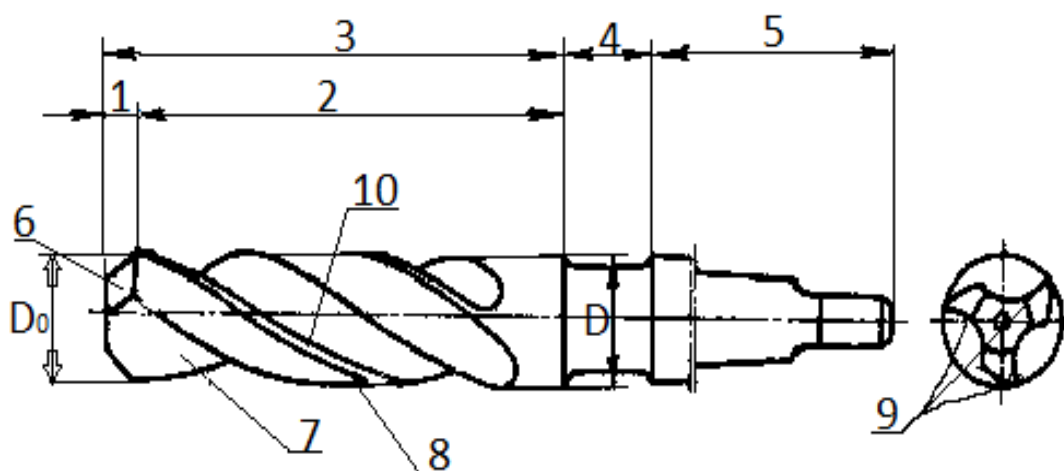


Рис. 1. Конструкция машинного зенкера

В их числе:

1 – режущая, или заборная часть (L_p);

2 – калибрующая часть (L_k);

3 – рабочая часть зенкера (L);

4 – шейка ($L_{ш}$): переходный элемент (место соединения) между рабочей частью зенкера и хвостовиком (используется, как правило для маркировки инструмента – здесь указываются диаметр зенкера и марка инструментального материала);

5 – хвостовик, служит для закрепления зенкера в патроне станка (L_x);

6 – ГЗП: главная задняя поверхность (обращена к обрабатываемой поверхности отверстия);

7 – ПП: передняя поверхность (по которой сходит стружка);

8 – ВРК: вспомогательная режущая кромка (помогает совершать процесс резания); кромка имеет название – ленточка; она приподнята над основной частью ВЗП и выполнена в виде узкой отшлифованной полоски (для уменьшения трения);

9 – ГРК: главная режущая кромка (совершает основной процесс резания), количество этих кромок соответствует числу зубьев зенкера;

10 – ВЗП: вспомогательная задняя поверхность (обращена к обработанному отверстию).

Геометрические параметры зенкера изображены на рис. 2.

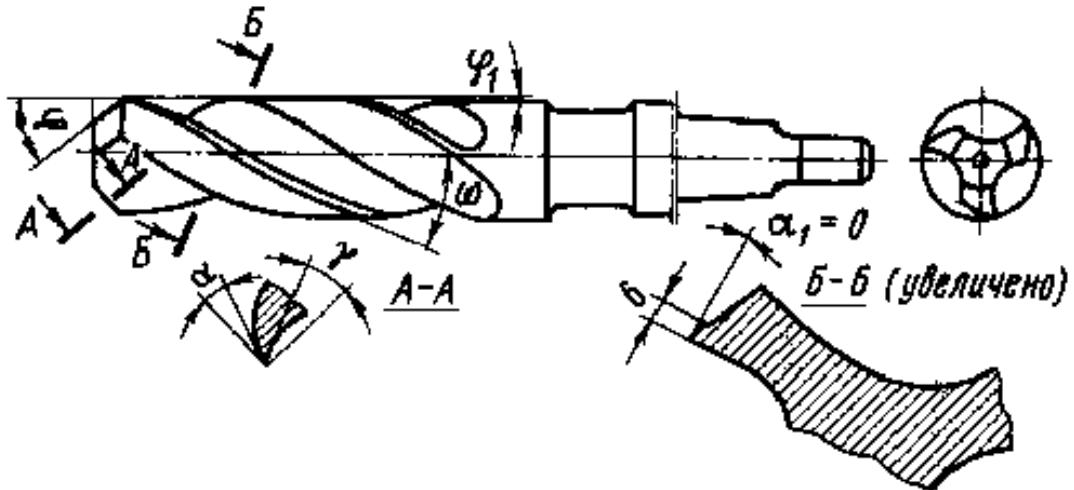


Рис. 2. Геометрические параметры зенкера

Здесь:

– φ : угол в плане – угол образованный между ГЗП и осью симметрии зерна;

– γ : передний угол – образуется между касательной к ПП в рассматриваемой точке и перпендикуляром к плоскости резания (имеет переменное значение в зависимости от рассматриваемой точки на ГРК);

– α : задний угол – образуется между плоскостью резания и касательной к ВЗП в рассматриваемой точке (задний угол как и угол γ изменяет свои значения по мере перемещения вдоль ГРК);

– ω : угол наклона винтовой канавки – образуется между осью зенкера и касательной к винтовой канавке (влияет на интенсивность «завивки» зенкера и эффективность отвода стружки из зоны резания);

– φ_1 : угол утонения зенкера (угол обратной конусности) – образуется между осью зенкера и проекцией касательной к ВЗП на плоскость (предназначен для уменьшения трения зенкера о стенки отверстия при работе).

Развертывание – это операция для окончательной обработки готовых отверстий после сверления, зенкерования или растачивания. После развертывания отверстия получают более точными и имеют меньшую шероховатость, чем при зенкерования.

В зависимости от характера применения, формы обрабатываемого отверстия, способов закрепления, конструкции зубьев,

регулирования на размер, вида режущего материала развёртки разделяют на группы:

1. Ручные с цилиндрическим хвостовиком;
2. Машинные с цилиндрическим хвостовиком и насадные;
3. Машинные с цилиндрическим хвостовиком и насадные со вставными зубьями;
4. Ручные:
 - регулируемые: раздвижные (лепестковые), разжимные (с шариком);
 - цельные: с гладким направляющим диаметром, ступенчатые;
 - специальные: шкворневые;
5. Машинные с напайными пластинками из твёрдого сплава, с хвостовиком и насадные;
6. Машинные со вставными зубьями, оснащёнными твёрдым сплавом;
7. Конические: под конические штифты, под коническую резьбу, под конус Морзе, под метрический конус, с конусностью 1:30;
8. Цилиндрические мелкоразмерные с утолщённым хвостовиком;
9. Котельные.

На рис. 3 представлен чертеж развертки, на котором указаны все конструктивные элементы и геометрические параметры этого инструмента. Из чертежа видно, что развертка имеет следующие части: направляющий конус, режущую и калибрующую часть, рабочую часть, шейку и хвостовик. Отличительной особенностью разверток является большее число зубьев (6–12), чем у зенкера (3–5). В понятие геометрия развертки входят следующие углы:

γ – передний угол, обычно принимается равным нулю, т.к. развертка работает в зоне малых толщин срезаемого слоя;

α – задний угол (у разверток варьируется в пределах 4–8°);

β – угол при вершине зуба;

δ – угол резания;

ω – угол развала зубьев;

2φ – угол режущей части.

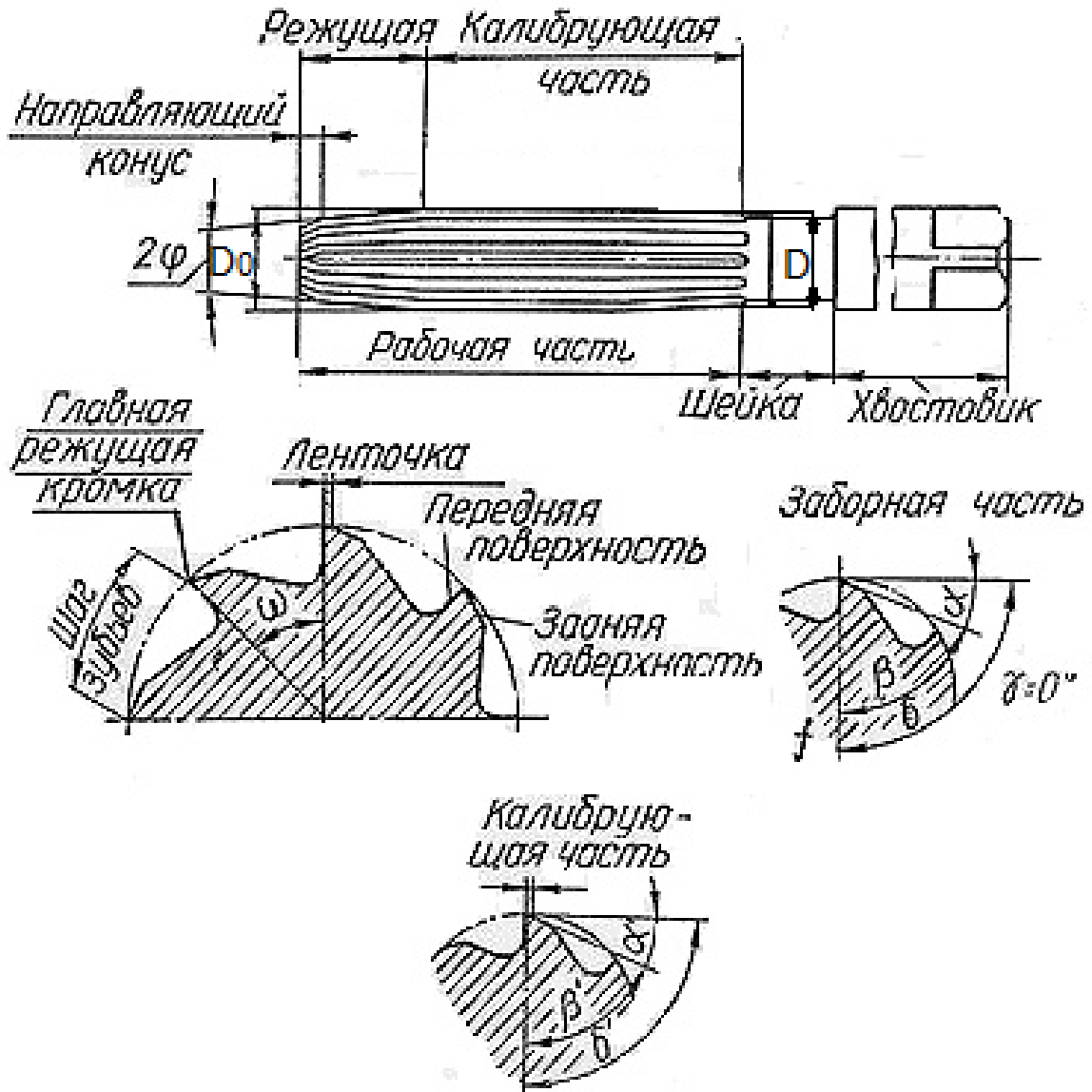


Рис. 3. Конструкция и геометрия развертки

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Для зенкера и развертки, выданных преподавателем, выполнить следующие измерения конструктивных и геометрических параметров.

3.1. Измерить конструктивные элементы:

- D_0 : диаметр зенкера (развертки) в начале режущей части;
- D : диаметр зенкера у хвостовика (разница диаметров $D_0 - D$ демонстрирует наличие обратной конусности зенкера (развертки) для уменьшения трения об обрабатываемое отверстие);

- L_p : длину режущей части;
- L_k : длину калибрующей части;
- L : длину рабочей части;
- $L_{ш}$: длину шейки;
- L_x : длину хвостовика;
- $L_{рк}$: длину ГРК;
- a : ширину ленточки;

Для выполнения измерений использовать штангенциркуль, а полученные данные занести в табл. 1.

Таблица 1

Результаты измерений конструктивных элементов
зенкера и развертки, мм

инструмент	D_0	D	L_p	L_k	L	$L_{ш}$	L_x	$L_{рк}$	a
зенкер									
развертка									

3.2. Измерить геометрические параметры:

- ω : измерять с помощью копировальной бумаги и транспортира (только для зенкера);
- φ : измерить угломером (только для зенкера);
- 2φ : измерить угломером (только для развертки);
- φ_1 : определять по формуле (1), используя данные табл. 1:

$$\varphi_1 = \operatorname{arctg} \frac{(D_0 - D)}{L_k}, \quad (1)$$

- γ : вычислять по формуле (2): для зенкера и измерить угломером для развертки:

$$\gamma = \operatorname{arctg} \frac{d \cdot \operatorname{tg} \omega}{D_0 \cdot \sin \varphi}, \quad (2)$$

где d – диаметр точки на ГРК, в которой вычисляется угол γ .

Измеренные и вычисленные углы записать в табл. 2.

Таблица 2

Результаты измерений и вычислений углов, град

инструмент	ω	φ_1	γ	φ	2φ
зенкер					–
развертка	–			–	

4. ОБОРУДОВАНИЕ

1. Набор зенкеров и разверток.
2. Комплект измерительных инструментов и аксессуаров: штангенциркуль (микрометр), универсальный угломер, масштабная линейка, транспортир, копировальная бумага.
3. Калькулятор с тригонометрическими функциями для вычисления значений углов по имеющимся исходным данным и соответствующим формулам.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какими конструктивными элементами характеризуются зенкер и развертка?
2. Что входит в понятие геометрия зенкера и развертки?
3. Сколько режущих кромок имеет зенкер и развертка и их роль в процессе резания?
4. Для какой цели зенкер и развертка имеют обратную конусность (угол φ_1)?
5. Какие части ГРК у зенкера работают более интенсивно?
6. С какой целью хвостовик зенкера выполняет цилиндрическим или коническим, а у развертки в виде квадрата?

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

1. Используя список рекомендуемой литературы ознакомиться с конструкцией, геометрией и назначением других разновидностей зенкеров и разверток.
2. Подготовить отчет по лабораторной работе.
3. Прощудировать контрольные вопросы и подготовиться к защите лабораторной работы.

IV. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ НА ТЕМУ «ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ГЕОМЕТРИИ КРУГЛЫХ ПРОТЯЖЕК»

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить назначение и расположение основных конструктивных элементов, а также геометрических параметров круглых протяжек, особенности формообразования при протягивании.

2. КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Протяжки – это многолезвийные высокопроизводительные режущие инструменты. Они нашли широкое применение в серийном и массовом производствах.

Достоинства протяжек:

- высокая производительность, обуславливаемая тем, что припуск снимается одновременно несколькими зубьями. В целом производительность при протягивании в 3-12 раз выше, чем при других видах обработки;

- высокая точность и низкая шероховатость обработанных поверхностей благодаря наличию черновых, чистовых, калибрующих, а в некоторых конструкциях протяжек еще и выглаживающих зубьев. Протягивание может заменить фрезерование, строгание, зенкерование, развертывание, а иногда и шлифование;

- высокая стойкость инструмента, исчисляемая несколькими тысячами деталей. Это достигается благодаря оптимальным условиям резания и большим запасам на переточку;

- простота конструкции станков, которые не имеют коробок подач, а главное движение осуществляется чаще всего с помощью силовых гидроцилиндров.

По назначению протяжки подразделяются на две группы: для обработки внутренних поверхностей (отверстий) и для обработки наружных поверхностей.

1. Протяжки для обработки внутренних поверхностей бывают:

- круглые – для обработки круглых отверстий;

- шлицевые – для обработки шлицевых отверстий с любым типом шлицев;
- шпоночные – для обработки шпоночных и иных пазов;
- гранные – для многогранных отверстий;
- протяжки для обработки винтовых канавок.

2. Протяжки для обработки наружных поверхностей различного профиля.

Из всех разновидностей внутренних протяжек наибольшее применение (до 60 %) нашли протяжки для обработки круглых отверстий, поэтому ниже будут рассмотрены конструкция и геометрия именно этих протяжек.

Круглые протяжки состоят из следующих основных частей (рис. 1): 1 – хвостовика, 2 – шейки, 3 – передней направляющей, 4 – режущей части, 5 – калибрующей части, 6 – задней направляющей, 7 – заднего хвостовика.

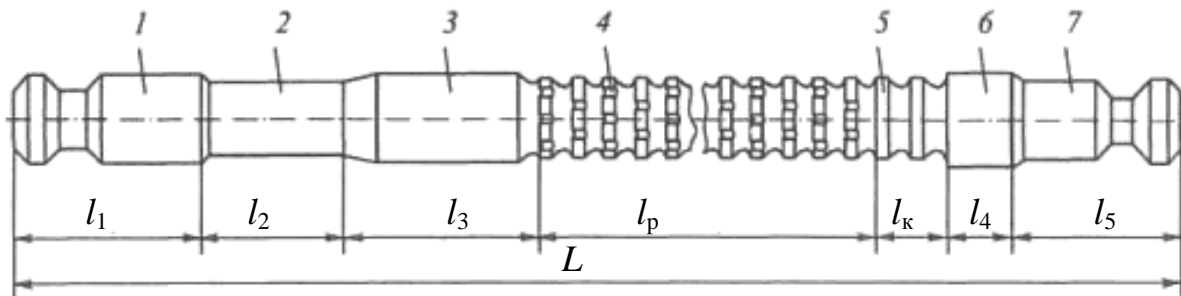


Рис. 1. Конструкция круглой протяжки

Хвостовик служит для присоединения протяжки к патрону станка. Основные типы и размеры хвостовиков стандартизированы (ГОСТ 4044–70). При этом диаметр хвостовика должен быть меньше диаметра отверстия под протягивание на 1...2 мм.

Шейка и следующий за ней переходный конус выполняют вспомогательную роль. Их длина должна обеспечивать возможность присоединения протяжки к патрону перед началом протягивания. Переходный конус обеспечивает свободное вхождение передней направляющей в протягиваемое отверстие. Диаметр шейки изготовляют меньше диаметра хвостовика на 0,3...1,0 мм.

Передняя направляющая часть служит для центрирования оси заготовки относительно оси протяжки перед протягиванием, чтобы исключить появление перекоса заготовки, который может

привести к поломке протяжки или порче обработанной поверхности. Форма передней направляющей должна соответствовать форме отверстия в заготовке.

Задняя направляющая часть выполняет ту же роль, что и передняя, предохраняя протяжку от перекоса при выходе ее калибрующей части из обработанного отверстия. По длине она несколько меньше длины передней направляющей, а ее форма должна быть такой же, как у протянутого отверстия.

Для возврата протяжки в исходное положение после протягивания, особенно при больших длине и диаметре протяжки, после задней направляющей иногда предусматривается задний хвостовик, закрепляемый в патроне каретки станка и по форме подобный переднему хвостовику. Наличие заднего хвостовика также предохраняет протяжку от провисания и перекоса в отверстии и позволяет избежать искажения формы и размеров обработанного отверстия.

Режущая (рабочая) часть протяжки служит для удаления припуска и формирования поверхности протянутого отверстия. Она содержит черновые и чистовые, а при групповой схеме резания еще и переходные зубья, располагаемые на ступенчато-конической поверхности. Длина режущей части равна произведению числа зубьев на их шаг, который, в свою очередь, зависит от требований к точности протягиваемого отверстия, шероховатости его поверхности и величины снимаемого припуска. Диаметры зубьев рассчитывают исходя из принятой схемы резания.

Калибрующая часть содержит 4...10 зубьев одинакового диаметра, равного диаметру последнего чистового зуба, и служит для калибровки отверстия, уменьшения разброса его размеров, а также является запасом на переточку: по мере износа чистовых зубьев калибрующие зубья заточкой могут быть переведены в чистовые, тем самым увеличивая общий срок службы протяжки.

Калибрующие зубья припуск не срезают, а удаляют микронеровности поверхности, остающиеся после прохода чистовых зубьев, и обеспечивают центрирование протяжки в отверстии.

Конструкция режущей части протяжки определяется принятой схемой резания, под которой понимают порядок последовательного срезания припуска.

Известны следующие схемы резания при протягивании (рис. 2): *а* – одинарная; *б* – групповая; *в* – профильная; *г* – генераторная; *д* – комбинированная.

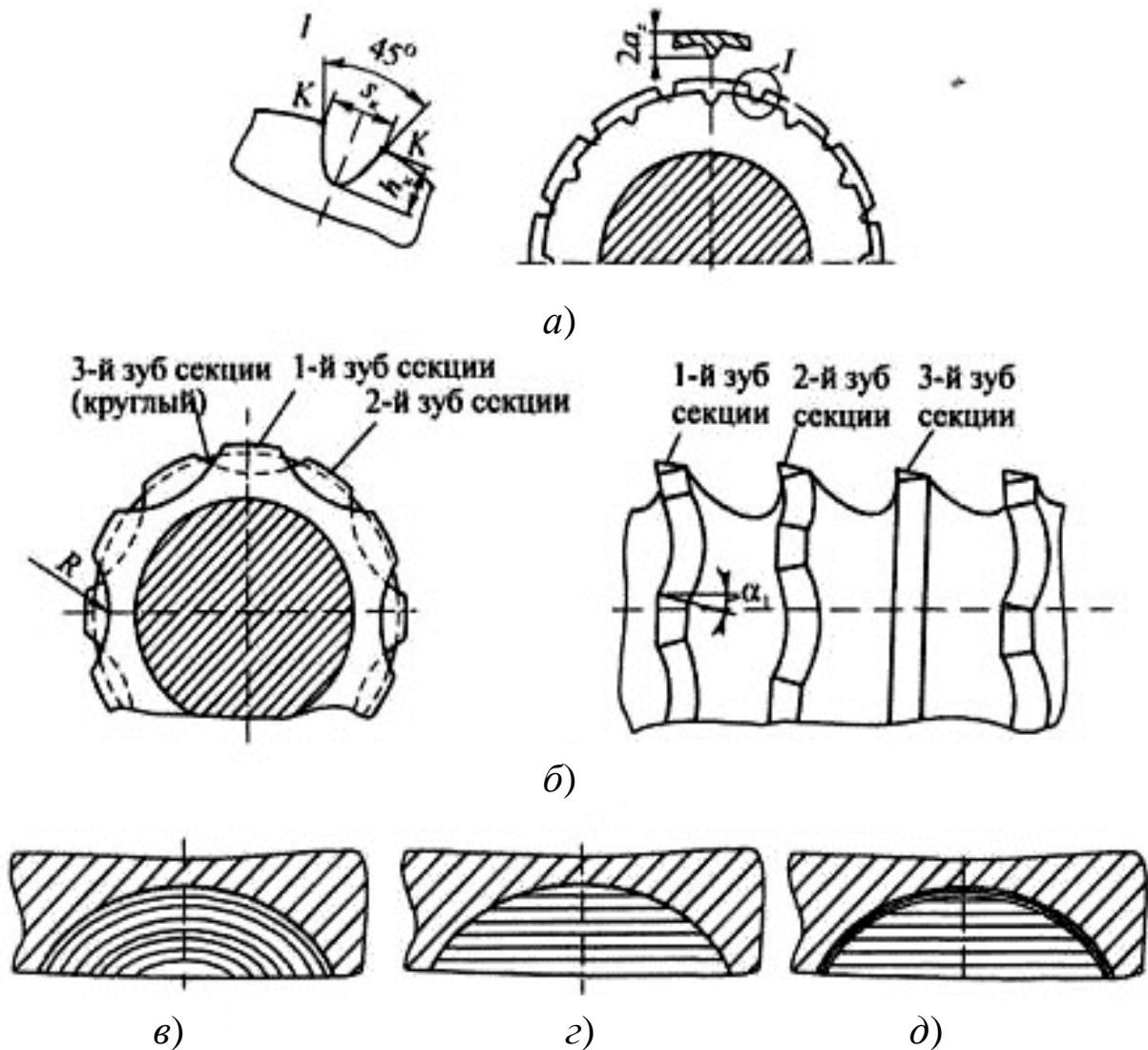


Рис. 2. Схемы резания, применяемые при протягивании

Одинарная схема резания характерна тем, что каждый зуб протяжки срезает припуск определенной толщины по всему периметру обрабатываемого отверстия за счет того, что диаметр каждого последующего зуба больше диаметра предыдущего на величину $2 S_z$, где S_z – подъем или подача на зуб.

Так как кольцевая стружка недопустима, из-за трудности удаления из стружечных канавок, то для её деления на режущих кромках делают стружкоделительные канавки V-образной формы (рис. 2, *а*), которые располагают в шахматном порядке при пере-

ходе от одного зуба к другому. Стружкоделительные канавки прорезают шлифовальным кругом при небольшом ($2...3^\circ$) поднятии заднего центра протяжки для создания заднего угла по дну канавки. При этом ослабляются режущие кромки зубьев в точках «К» пересечения канавок с задней поверхностью. Это приводит к более интенсивному износу зубьев на этих участках и, соответственно, к снижению стойкости протяжки.

Схема группового резания (рис. 2, б) отличается от вышеописанной тем, что все режущие зубья делятся на группы или секции, состоящие из $2...5$ зубьев, в пределах которых зубья имеют одинаковый диаметр. Припуск по толщине делится между группами зубьев, а по ширине – между зубьями группы, благодаря широким выкружкам, выполненным в шахматном порядке. Каждый зуб снимает отдельные части припуска участками режущей кромки, где нет выкружек. При этом благодаря большой ширине выкружек снимаемая стружка не имеет ребер жесткости, хорошо скручивается в канавках между зубьями, даже при увеличении толщины среза.

При профильной схеме (рис. 2, в) контур всех режущих кромок подобен профилю протягиваемого отверстия. При этом в окончательном формировании обработанной поверхности принимают участие только последние зубья, а остальные служат для удаления припуска. При сложной форме отверстий использование такой схемы нецелесообразно, так как усложняет изготовление протяжки. Профильная схема в основном применяется при формировании простых по форме поверхностей, например, круглых или плоских.

При использовании генераторной схемы (рис. 2, г) форма режущих кромок не совпадает с формой обработанной поверхности, которая формируется последовательно всеми зубьями. В этом случае упрощается изготовление протяжки путем шлифования на проход всех зубьев абразивным кругом одного профиля. Однако при этом на обработанной поверхности возможно появление рисок (ступенек) вследствие погрешностей заточки зубьев, что ухудшает качество обработанной поверхности.

При высоких требованиях к шероховатости обработанной поверхности рекомендуется использовать комбинированную схе-

му (рис. 2, δ), при которой два-три последних режущих и калибрующие зубья работают по профильной, а остальные – по генераторной схеме.

Форма, размеры, геометрические параметры зубьев и стружечных канавок, проверочные расчеты при проектировании круглых протяжек, а также работоспособность протяжки во многом зависят от выбранной формы зубьев и размеров стружечных канавок. Зубья протяжки должны удовлетворять следующим основным требованиям:

- обеспечивать возможно большее количество переточек;
- иметь определенный запас прочности и тем самым противостоять действующим на него силам;
- иметь геометрию, при которой обеспечивается наибольшая стойкость протяжки;
- форма и размеры стружечной канавки должны обеспечивать завивание стружки в плотный виток, а объем канавки должен быть достаточным для свободного размещения стружки, срезаемой за время контакта зуба с заготовкой.

Увеличение размеров зубьев и стружечных канавок ограничивается допустимыми значениями длины протяжки и ее прочностью.

Для протягивания характерно только наличие главного движения, которое совершает инструмент или заготовка.

Процесс протягивания осуществляется на специальных горизонтальных или вертикальных протяжных станках.

На рис. 3 показана схема протягивания при обработке отверстий круглой протяжкой.

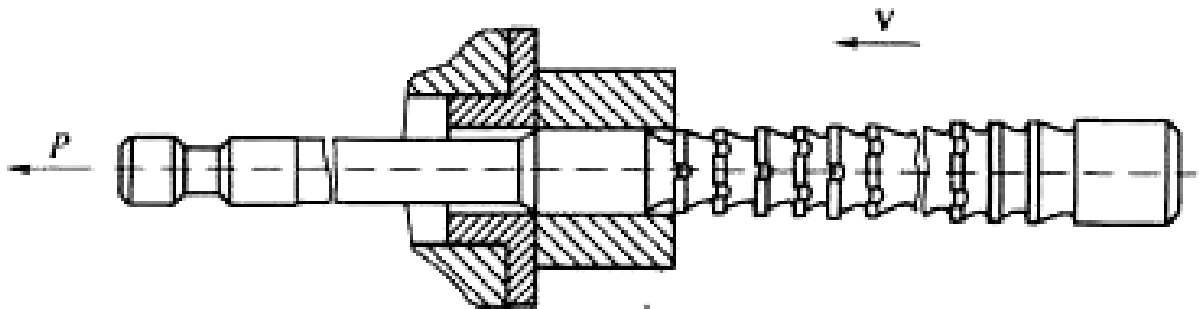


Рис. 3. Схема протягивания

Каждый зуб протяжки срезает припуск определенной толщины по всему периметру обрабатываемого отверстия за счет того, что диаметр каждого последующего зуба больше диаметра предыдущего на величину S_z , где S_z – подъем или подача на зуб.

На рис. 4 показаны профили зубьев и стружечных канавок, нашедшие наибольшее применение на практике: с прямолинейной (а) и криволинейной спинками (б), с канавкой удлиненной формы (в).

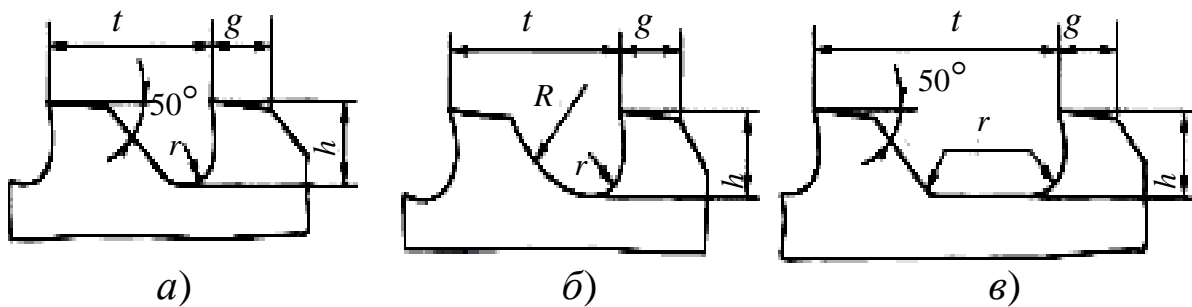


Рис. 4. Профиль режущих зубьев и стружечных канавок протяжек: а – с прямолинейной спинкой; б – с криволинейной спинкой; в – с канавкой удлиненной формы

Зубья с прямолинейной спинкой проще в изготовлении, но с точки зрения условий завивания и размещения стружки уступают форме с криволинейной спинкой. Они используются в основном у протяжек с одинарной схемой резания при обработке сталей и хрупких материалов (чугун, бронза и др.).

При обработке стали и других пластичных металлов протяжками с групповой схемой резания, когда снимаются толстые стружки, рекомендуется использовать зубья с криволинейной спинкой, плавно сопрягающейся с передней поверхностью зуба.

Основные размеры зубьев и стружечных канавок с прямолинейной и криволинейной спинками ориентировочно можно определить по следующим соотношениям:

$$h = (0,35 \dots 0,40)t; \quad r = (0,50 \dots 0,55)h; \quad g = (0,30 \dots 0,35)t;$$

$$R = (0,65 - 0,80)t,$$

а для стружечных канавок удлиненной формы:

$$h = (0,15 \dots 0,20)d; \quad r = 0,5h; \quad g = (1,5 \dots 1,6)\sqrt[3]{d},$$

где h – глубина канавки;
 t – шаг зубьев;
 g – длина задней грани зуба;
 r и R – радиусы закруглений;
 d – диаметр протяжки.

Значение h уточняется при проверке канавок на помещаемость стружки.

Поверхности канавок рекомендуется полировать в целях улучшения завивания стружки и легкого освобождения от нее после прекращения процесса резания.

На рис. 5 представлена геометрия режущих зубьев круглой протяжки.

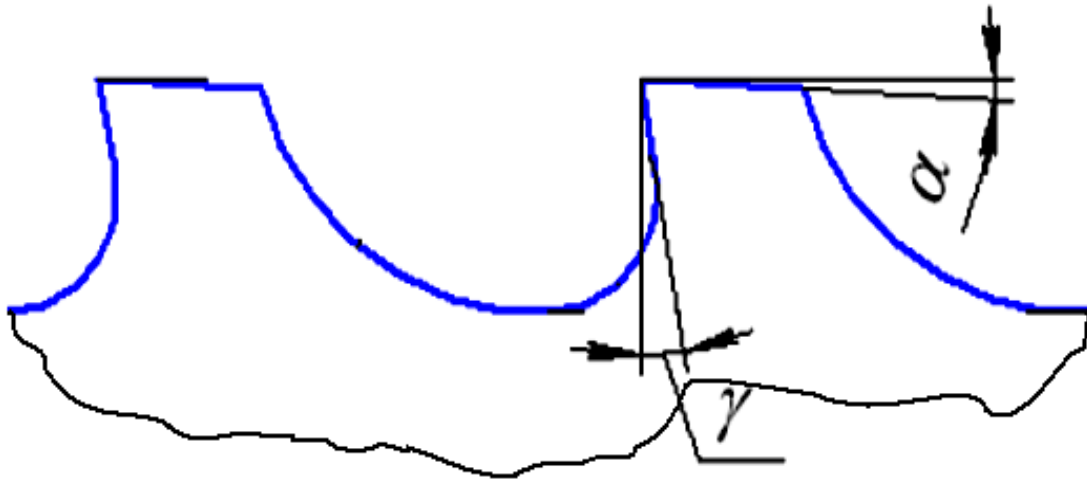


Рис. 5. Геометрия режущих зубьев круглой протяжки

Передний угол γ выбирается по рекомендациям в зависимости от обрабатываемого материала. Так, для сталей разных групп обрабатываемости $\gamma = 10...20^\circ$, для чугунов разной твердости $\gamma = 4...10^\circ$, для алюминия и меди $\gamma = 12...15^\circ$.

Учитывая, что зубья внутренних протяжек перетачиваются только по передней поверхности и при переточке их диаметр уменьшается, на черновых зубьях задний угол $\alpha = 3^\circ$, на чистовых $\alpha = 2^\circ$, а на калибрующих $\alpha = 0...1^\circ$. Эти значения задних углов значительно меньше оптимальных, в результате чего снижается стойкость инструмента. Однако увеличивать их нельзя, так как это привело бы к быстрой потере размера протяжки при переточках.

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Измерить конструктивные элементы и части круглой протяжки (см. рис. 1), а данные занести в табл. 1;

2. Измерить задний и передний углы режущих зубьев круглой протяжки и внести в табл. 2;

Таблица 1

Размеры конструктивных элементов круглой протяжки, мм

D_k	l_1	l_2	l_3	l_p	l_k	l_4	l_5	L

Таблица 2

Геометрические параметры круглой протяжки, град

γ	α

4. ОБОРУДОВАНИЕ

1. Комплект круглых протяжек;
2. Штангенциркуль (микрометр);
3. Калькулятор;
4. Универсальный угломер.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

7. Разновидности протяжек?
8. Какие существуют схемы резания при протягивании ?
9. Из каких основных частей состоит круглая протяжка; их назначение?
10. Преимущества операции протягивания ?
11. Чем протяжки отличаются от прошивок ?

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

1. Используя список рекомендуемой литературы, изучить конструктивные особенности различных видов протяжек.
2. Подготовить отчет по данной лабораторной работе.
3. Подготовиться к защите лабораторной работы.

V. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ НА ТЕМУ «ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ГЕОМЕТРИИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ФРЕЗ»

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью данной работы является изучение конструктивных элементов и геометрии цилиндрических фрез, а также ознакомление с методами измерения геометрических параметров этих инструментов.

2. КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Фрезерование является одной из высокопроизводительных и широко распространённых операций механической обработки заготовок.

Особенностью фрезерования является прерывистость процесса резания. Это обусловлено тем, что при вращении фрезы, каждый зуб врежется в заготовку, а затем выйдет из зоны резания. При дальнейшем движении зуб не соприкасается с заготовкой, что способствует его охлаждению и обуславливает более благоприятные условия для работы. С другой стороны, врезание зуба в заготовку и выход из контакта с металлом, приводит к возникновению вибраций и, следовательно, отрицательно сказывается на точности и шероховатости обработанной поверхности.

По характеру крепления зубьев различают фрезы цельные (полностью из одного материала), сварные (хвостовик и режущая часть состоит из различного материала, сваренные вместе), сборные (из различного материала, но соединённые стандартными крепёжными элементами).

Различают следующие виды фрез: цилиндрические; торцовые; дисковые (в том числе прорезные и отрезные); концевые; угловые; шпоночные; фасонные.

Торцовые фрезы используются на вертикально-фрезерных станках и обеспечивают большую производительность, чем цилиндрические. Основную работу по резанию материала у таких фрез выполняют боковые режущие кромки, которые расположены на наружной поверхности фрезы.

Дисковые фрезы необходимы для отрезки деталей и прорезки пазов. Они делятся на одно-, двух- и трехсторонние разновидности. Односторонние дисковые фрезы снабжены зубьями только на цилиндрической поверхности. В двухсторонних фрезах зубья помимо цилиндрической поверхности расположены на одном из торцов, а в трехсторонних фрезах – на обоих. При этом торцевые кромки являются лишь вспомогательными, в то время как размещенные на цилиндрической части выполняют основную работу по фрезерованию. Для повышения эффективности резания используют фрезы с наклонными и с разнонаправленными зубьями.

Для прорезания узких пазов и разрезания материалов предназначены тонкие дисковые фрезы, называемые пилами.

Угловые фрезы необходимы для изготовления угловых пазов и обработки канавок углового профиля. Различают одноугловые и двухугловые фрезы. В одноугловых режущие кромки расположены на конической поверхности и торцах. В двухугловых они находятся на двух смежных поверхностях, благодаря чему компенсируются осевые усилия и фрезы работают более плавно. Для того, чтобы угловые фрезы меньше изнашивались их вершины закругляют.

Концевые фрезы используют для изготовления глубоких пазов и одновременной обработки двух взаимно перпендикулярных поверхностей. Режущие кромки в таких фрезах расположены на цилиндрической поверхности – ими осуществляется основное резание и на торцах – с их помощью зачищается дно канавки. Зубья у концевых фрез выполняются, как правило, винтовыми.

Шпоночные фрезы представляют собой одну из разновидностей концевых фрез. Они предназначены для обработки шпоночных пазов. Шпоночные фрезы, подобно свёрлам, входят в материал до нужной глубины, а затем движутся вдоль канавки. Эти фрезы применяются на вертикально-фрезерных станках или на станках с маятниковой подачей.

Фасонные фрезы используются для создания пазов и канавок сложного рельефа. По конструкции зубьев они подразделяются на фрезы с затылованными зубьями и фрезы с остроконечными зубьями. Затылованные фрезы перетачивают по передней поверхности, в то время как фрезы с остроконечными зубьями

могут затачивать как по задним поверхностям зубьев, так и по передним – в зависимости от вида фрезы. Остроконечные фасонные фрезы имеют повышенную износостойкость и обеспечивают создание более чистой поверхности.

Сборные фасонные фрезы представляют собой совокупность простых по форме зубьев, образующих сложный контур.

Форма задней поверхности зубьев фрез бывает криволинейной и прямой.

Разновидностью фасонных фрез являются резьбонарезные фрезы (однониточные и многониточные) и зуборезные фрезы (модульные дисковые, модульные пальцевые и червячные).

По способу установки на шпиндель фрезы подразделяются на концевые (хвостовые) и насадные. Первые крепятся с помощью цанги и зажимного патрона, вторые ввинчиваются непосредственно в шпиндель. При этом направление вкручивания фрезы противоположно направлению её движения в ходе работы.

Далее будет рассмотрена конструкция и геометрия цилиндрических фрез.

Цилиндрическими фрезами обрабатывают плоские поверхности. Такие фрезы представляют собой цилиндр, на поверхности которого сформированы режущие зубья (рис. 1).

Зубья могут быть прямыми и винтовыми. Фрезы с прямыми зубьями просты по конструкции и не требуют сложных приспособлений при заточке, но работают с ударами. Фрезы с винтовыми зубьями работают более плавно и обеспечивают получение более чистой поверхности, но сложнее в изготовлении и заточке.

К конструктивным элементам цилиндрической фрезы относятся (рис. 1): D – диаметр фрезы; d – диаметр посадочного отверстия; B – ширина фрезы; t – торцевой шаг (расстояние между зубьями по торцу фрезы); t_0 – осевой шаг (расстояние между зубьями вдоль оси фрезы).

Цилиндрическая фреза состоит из: корпуса фрезы – 1; передней поверхности зуба – 2; задней поверхности – 3; спинки зуба – 4. К геометрическим параметрам цилиндрической фрезы относятся (рис. 1): γ – передний угол, α – задний угол, ω – угол наклона винтовых зубьев; θ – центральный угол между зубьями; α_n – нормальный задний угол; δ – угол резания; β – угол заостре-

ния; φ – главный угол в плане; φ_0 – угол в плане на переходном лезвии; φ_1 – вспомогательный угол в плане.

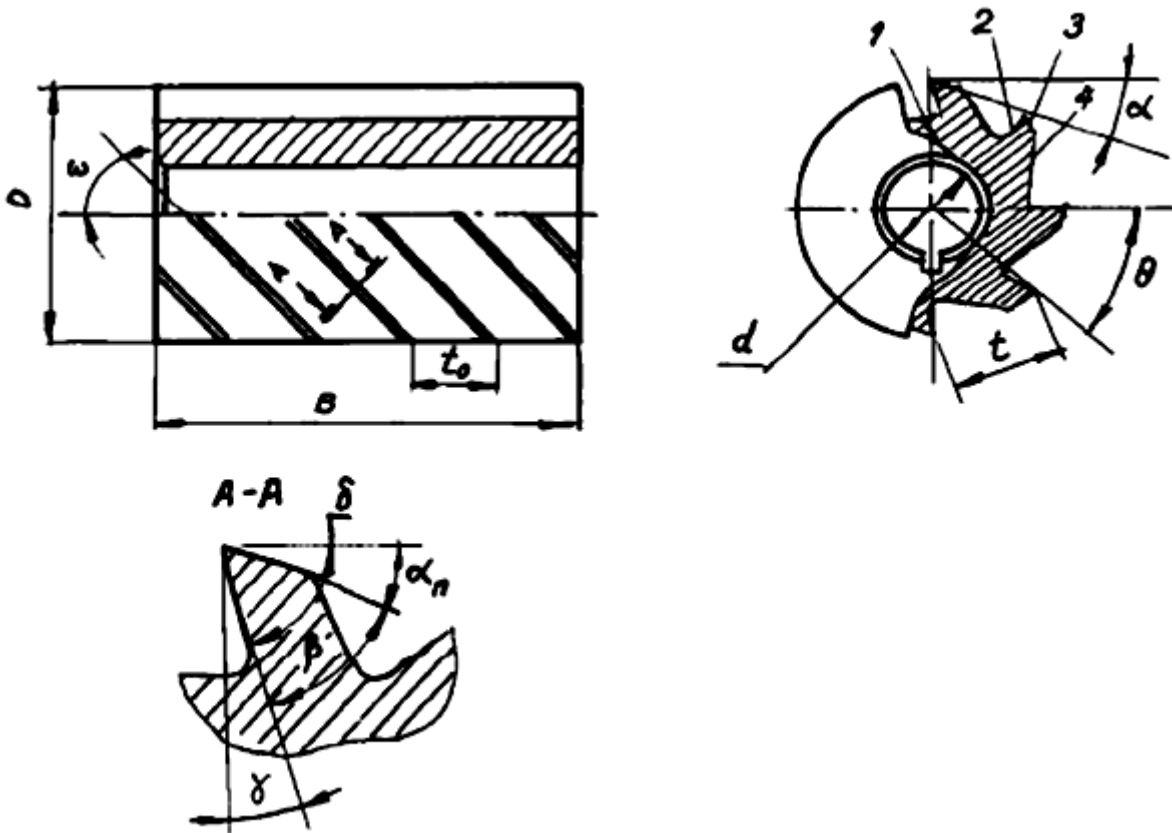


Рис. 1. Конструкция и геометрия цилиндрической фрезы

Цилиндрические фрезы изготавливаются цельными (из быстрорежущих сталей) и сборными (со вставными ножами из быстрорежущей стали или твердого сплава).

На рис. 2 изображена цилиндрическая фреза с винтовым зубом (рис. 2, а), с прямым зубом (рис. 2, б).

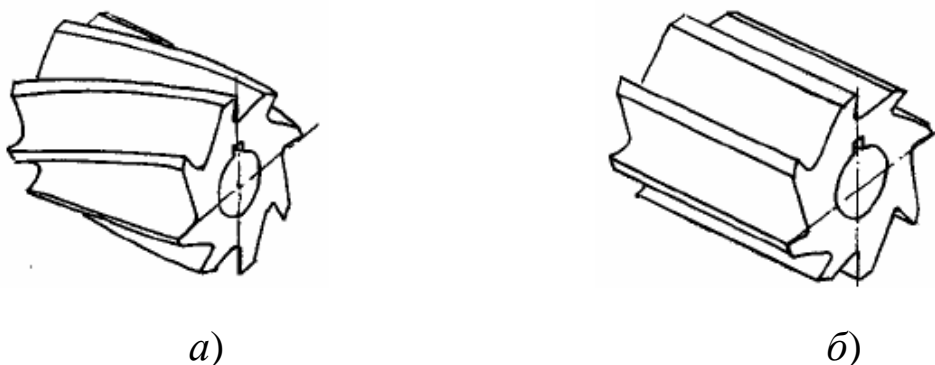


Рис. 2. Разновидности наклона зубьев цилиндрической фрезы: с винтовым зубом (а) и с прямым зубом (б)

Фрезы могут иметь остроконечную и затылованную формы зуба (рис. 3).

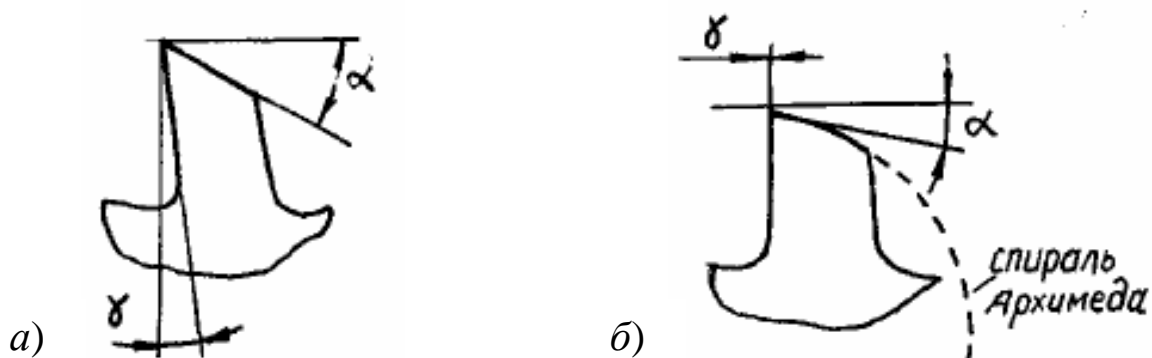


Рис. 3. Формы зубьев фрез: *a* – остроконечная; *б* – затылованная

У остроконечного зуба передняя и задняя поверхности плоские (рис. 3, *a*). Затылованный зуб (рис. 3, *б*) внешне отличается большей толщиной и формой задней поверхности, которая формируется по спирали Архимеда. Благодаря затылованию профиль режущей кромки зуба при переточках по передней грани во всех радиальных сечениях остаётся неизменным независимо от его сложности. Это является основным достоинством таких фрез, наряду с весьма простой и нетрудоемкой по исполнению операцией переточки. Кроме того, зубья такой формы обладают высокой прочностью, а по мере переточки объём канавок для размещения стружки увеличивается, что благоприятно сказывается на работе фрезы.

При увеличении числа зубьев фрезы снижается шероховатость обработанной поверхности и уменьшается неравномерность процесса резания.

Форма зубьев фрез должна быть такой, чтобы: обеспечивалась необходимая прочность зуба; допускалось возможно большее количество переточек; объём канавок между зубьями был достаточным для размещения стружки.

Бывает также трапециевидная, усиленная и параболическая формы зуба. Трапециевидная форма наиболее проста в изготовлении, но при этом зуб несколько ослаблен, поэтому имеет небольшую высоту и малый объём стружечной канавки. По мере переточки зуба по задней грани его высота уменьшается и он ста-

новится более прочным. Однако такая форма зубьев допускает небольшое число переточек и применяется на фрезях для чистой обработки. При этом число зубьев из-за их малого объёма может быть максимально возможным. Канавки в таких фрезях изготавливают либо фрезерованием, либо вышлифовыванием эльборовыми или алмазными кругами в цельных заготовках на станках с ЧПУ. При переточке высота зуба уменьшается, поэтому суммарная стойкость таких фрез невелика, так как они допускают лишь 6-8 переточек.

Параболическая форма зуба обладает наибольшей прочностью на изгиб, так как спинка зуба, оформленная по параболе, обеспечивает равнопрочность во всех сечениях по высоте зуба. Недостатком этой формы является необходимость для каждой высоты зуба иметь свою сложную фасонную канавочную фрезу. Поэтому с целью упрощения профиля спинки таких фрез параболу часто заменяют дугой окружности. На передней поверхности зубьев параболической формы предусмотрен прямолинейный участок, от длины которого зависит количество переточек фрезы. Причём переточка допускается только по задней поверхности.

Усиленная форма зуба применяется для тяжелых фрезерных работ. Такой зуб имеет ломаную спинку, а также увеличенные толщину и высоту. Получают эти зубья двойным фрезерованием угловыми фрезами. Хотя при этом число операций увеличивается вдвое, такие зубья проще в изготовлении, чем параболические. Они имеют большой запас на переточку и высокую прочность. При этом используются стандартные канавочные фрезы с прямолинейными режущими кромками.

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1) Получив у преподавателя цилиндрическую фрезу, штангенциркулем измерить ее диаметр (D), ширину (B), диаметр посадочного отверстия (d_1), высоту зуба (H), число зубьев (z) и занести в табл. 1;

2) С помощью угломера измерить передний (γ) и задний (α) углы фрезы (рис. 4). Данные занести в табл. 1;

4. ОБОРУДОВАНИЕ

1. Комплект цилиндрических фрез;
2. Штангенциркуль (микрометр);
3. Универсальный угломер;
4. Транспортёр;
5. Калькулятор.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.

1. Перечислить разновидности фрез и охарактеризовать их назначение.
2. Какие поверхности обрабатывают цилиндрическими фрезами?
3. Какие конструктивные элементы имеет цилиндрическая фреза?
4. Из каких конструктивных элементов состоит зуб фрезы?
5. Что входит в понятие геометрия фрезы?

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА.

1. Используя список рекомендуемой литературы изучить конструктивные особенности различных видов фрез.
2. Подготовить отчет по данной лабораторной работе.
3. Подготовиться к защите лабораторной работы.

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ НА ТЕМУ «ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ГЕОМЕТРИИ МЕТЧИКА И ПЛАШКИ»

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить особенности формообразования резьб метчиками и плашками, назначение и расположение основных конструктивных элементов и геометрических параметров метчика и плашки; научиться их измерять и пользоваться соответствующими средствами измерения.

2. КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Резьбовые разъёмные соединения находят широкое применение в машиностроении. Основными деталями резьбового соединения являются винт и гайка. Для нарезания внутренней резьбы в отверстиях применяют метчики, а для нарезания наружной резьбы – плашки различной конструкции.

Метчик представляет собой винт с прорезанными прямыми или винтовыми стружечными канавками, образующими режущие кромки. Метчики по конструктивным особенностям и назначению делятся на:

- ручные: для нарезания метрической и трубной цилиндрической резьбы. Изготавливаются комплектами из 2-х штук, праворежущими, из углеродистых сталей марок: У7, У10, У12;

- машинно-ручные: для нарезания метрической резьбы, трубной резьбы и дюймовой резьбы. Изготавливаются одинарными и комплектами из 2–3-х штук для сквозных и глухих отверстий. Метчики изготавливают право- и леворежущими. Возможен выпуск метчиков с износостойкими покрытиями из нитрида титана;

- машинные: для нарезания резьбы в сквозных и глухих отверстиях;

- гаечные: для нарезания гаек с метрической и дюймовой резьбой. Изготавливаются с коротким и длинным хвостовиком и бывают право- и леворежущими.

Далее представлены чертежи различных видов метчиков и их основные размеры.

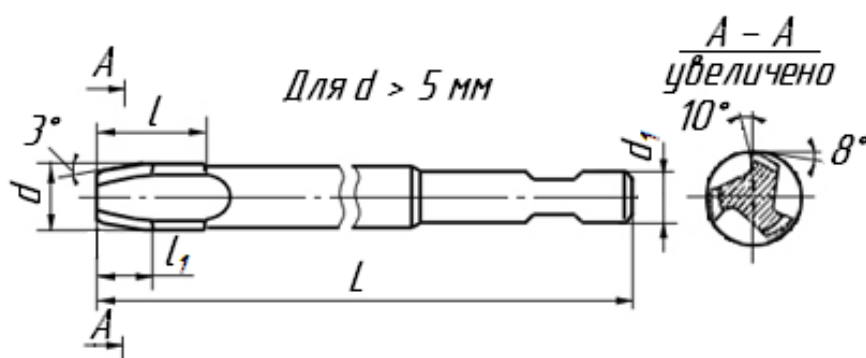


Рис. 1. Метчик гаечный из быстрорежущей стали (ГОСТ 1604–71)

Метчик гаечный из быстрорежущей стали (ГОСТ 1604–71) для нарезания гаек с метрической резьбой (ГОСТ 9150–81) короткий. Параметры метчика: $d = 3–30$ мм; $P = 0,35–3,5$ мм; $L = 70–280$ мм; $l = 10–70$ мм; $d_1 = 2,24–22,4$ мм; $z = 3; 4$.

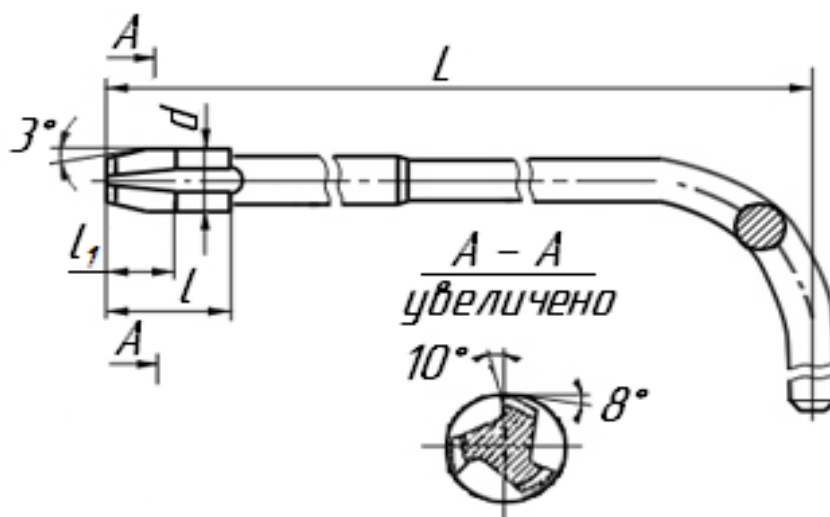


Рис. 2. Метчик гаечный из быстрорежущей стали с изогнутым хвостовиком (ГОСТ 6951–71)

Метчик гаечный из быстрорежущей стали с изогнутым хвостовиком (ГОСТ 6951–71) для нарезания гаек с метрической резьбой (ГОСТ 9150–81) короткий и длинный. Параметры метчика: $d = 3–30$ мм; $P = 0,35–3,5$ мм; $l = 7–70$ мм; $l_1 = 4–40$ мм; $L = 135–340$ мм – короткий; $L = 140–420$ мм – длинный.

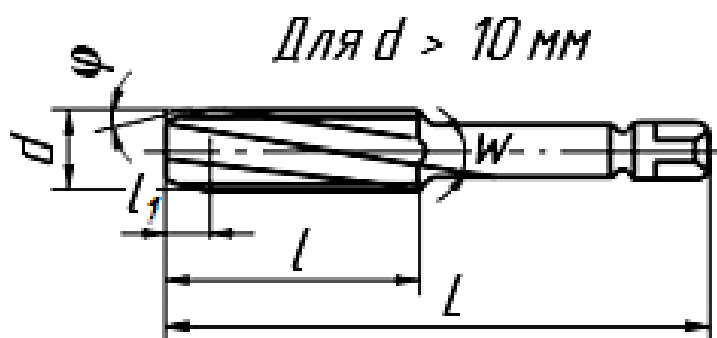


Рис. 3. Метчик машинный из быстрорежущих сталей с винтовыми канавками (ГОСТ 17933–72)

Метчик машинный из быстрорежущих сталей с винтовыми канавками (ГОСТ 17933–72) для нарезания резьбы

(ГОСТ 9150–81) в сквозных и глухих отверстиях. Параметры метчика: $d = 3–12$ мм; $P = 0,35–1,75$ мм; $L = 48–90$ мм; $l = 12–28$ мм; $z = 3$; $w = 10,30^\circ$; $\alpha = 4^\circ$; $\gamma = 10^\circ$; $l_1 = 2–10,5$ мм и $\varphi = 6^\circ$ – для сквозных отверстий; $l_1 = 1–5,2$ мм и $\varphi = 12^\circ–12^\circ30'$ – для глухих отверстий.

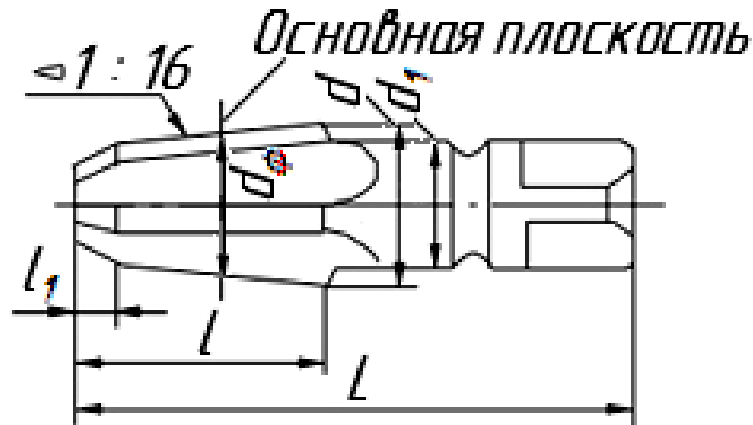


Рис. 4. Метчик (ГОСТ 6227–80Е)

Метчик (ГОСТ 6227–80Е) для нарезания дюймовой конической резьбы с углом профиля 60° (ГОСТ 6111–52) и трубной конической резьбы (ГОСТ 6211–81). Дюймовая коническая резьба: K1/8"–K2". Параметры метчика: $d = 10,7–61,2$ мм; $d_1 = 8–45$ мм; $d_{\text{оп}} = 9,519–58,325$ мм; $l = 18–45$ мм; $L = 55–140$ мм; $l_1 = 2,8–6,6$ мм. Трубная коническая резьба: R1/8–R2. Параметры метчика: $d = 10,1–60$ мм; $d_1 = 8–45$ мм; $d_{\text{оп}} = 9,147–58,135$ мм; $l = 18–50$ мм; $L = 55–140$ мм; $l_1 = 2,7–7$ мм; $z = 3; 4; 6$.

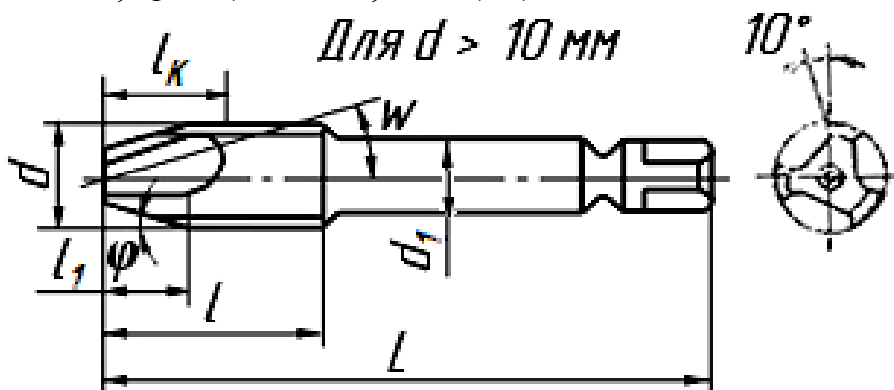


Рис. 5. Метчик машинный с укороченными канавками (ГОСТ 17931–72)

Метчик машинный с укороченными канавками (ГОСТ 17931–72) для нарезания резьбы (ГОСТ 9150–81) в сквозных отверстиях. Параметры метчика: $d = 3–12$ мм; $L = 48–90$ мм; $l = 12–29$ мм; $l_1 = 1,5–15$ мм; $d_1 = 8–9$ мм; $\varphi = 6–7^\circ$; $l_k = 4,2–21$ мм; $w = -10^\circ$.

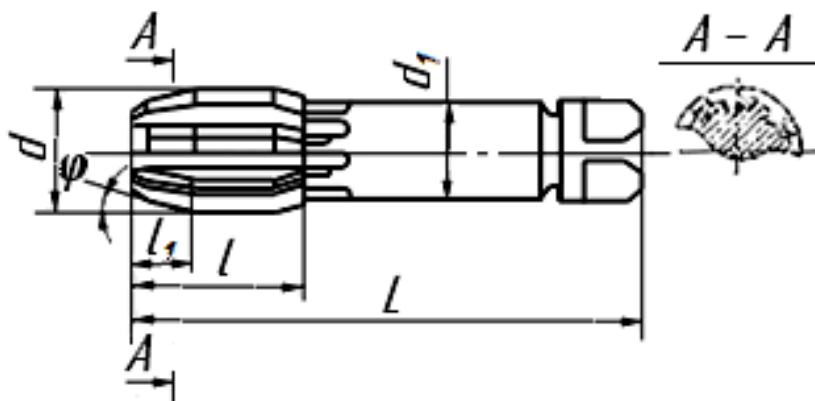


Рис. 6. Метчик машинный (ГОСТ 19879–74)

Метчик машинный (ГОСТ 19879–74), оснащенный твердосплавными пластинками для нарезания трубных цилиндрических резьб (ГОСТ 6357–81) в глухих и сквозных отверстиях деталей из чугуна твердостью $HВ < 3000$. Параметры метчика: $d = 20,955–59,614$ мм; число шагов 14-11 на длине 25,4 мм; $L = 125–195$ мм; $l = 25–40$ мм; $d_1 = 16–40$ мм; $z = 4; 6$; $l_1 = 8–9$ мм и $\varphi = 14^\circ$ – для сквозных отверстий; $l_1 = 5–6,4$ мм и $\varphi = 19^\circ$ – для глухих отверстий.

На рис. 7 представлен чертёж метчика, на котором указаны конструктивные и геометрические элементы этого инструмента.

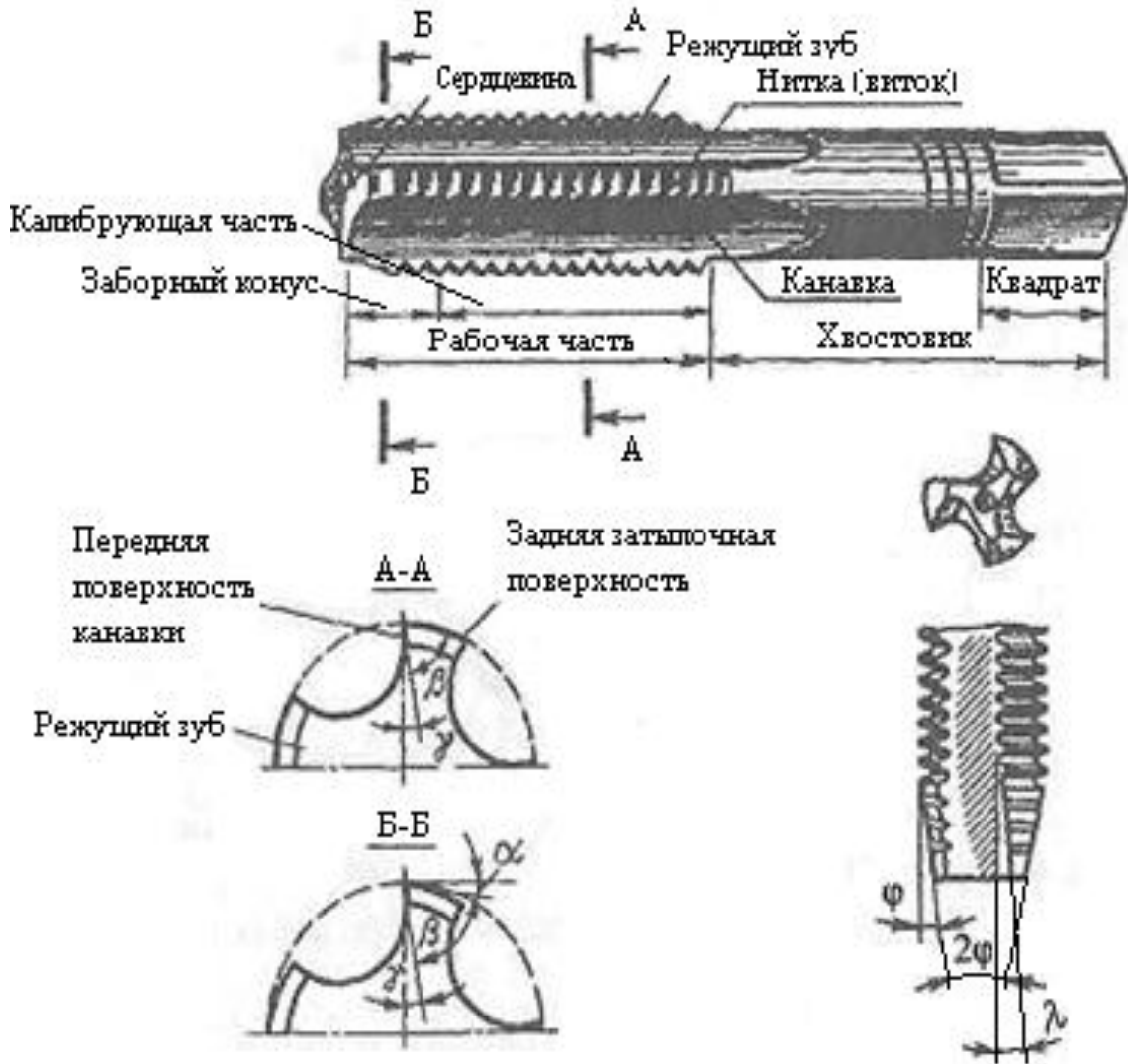


Рис. 7. Конструкция и геометрия метчика

Основными конструктивными элементами метчика являются рабочая часть и хвостовик, заканчивающийся квадратом для воротка. Рабочая часть метчика имеет режущую и калибрующую части. Задняя поверхность для исключения трения её об обрабатываемую деталь выполняется затылованной (некруглой).

Режущий зуб метчика имеет форму клина с передним углом (γ), полученным путём заточки передней поверхности канавки, задним углом (α), полученным путём заточки (затылования) по наружному диаметру режущей части, а также углом заострения (β). К геометрическим параметрам метчика относятся также: 2φ – угол конуса заборной части; φ – угол заборного конуса, играющий роль угла в плане; λ – осевой угол подточки передней поверхности.

Профиль резьбы метчика соответствует профилю нарезаемой резьбы. При нарезании крупных резьб часто используют комплекты из двух или трёх метчиков, отличающихся размерами заборного конуса, а на вязких материалах (титановых сплавах) используются комплекты даже из пяти метчиков.

Метчики могут использоваться для изготовления резьб с помощью токарных и сверлильных станков, а также для нарезания резьб вручную.

При нарезании внутренних резьб большое значение имеет правильный выбор диаметра отверстия под резьбу. Если диаметр отверстия выполнен больше требуемого, то резьба не имеет полного профиля. При меньшем диаметре отверстия вход метчика в него затруднён, что ведёт либо к срыву резьбы, либо к заклиниванию и поломке метчика. Диаметр сверла для отверстия под нарезание резьб выбирают по специальным справочникам.

Наружную резьбу нарезают плашками как вручную, так и на станках. Наиболее распространены плашки для нарезания резьб диаметром до 52 мм. Плашка представляет собой инструмент с осевыми отверстиями, образующими режущие кромки. Как правило, на плашках делают 3–6 стружечных отверстий для отвода стружки. Режущую часть плашки выполняют в виде внутреннего конуса. Плашки изготавливают из легированных сталей (9ХС, ХВСГФ), быстрорежущих сталей (Р18, Р6М5, Р6М5К5, Р6М5К8) и из твёрдых сплавов.

Существуют следующие разновидности плашек: цельные, разрезные, раздвижные.

Цельные плашки, благодаря своей конструктивной жёсткости, дают возможность получить резьбу высокого качества (метрическую, коническую), но обладают небольшой износостойкостью.

Разрезные плашки – могут немного пружинить, изменяя диаметр нарезаемой резьбы на 0,1–0,3 мм. Из-за малой жесткости разрезные плашки не дают чистой и точной резьбы.

Раздвижные плашки – устанавливают в клуппах, имеющих специальные направляющие. Плашка состоит из двух частей, закрепляемых в рамке клуппа сухарём и винтом. Этим винтом регулируют диаметр нарезаемой резьбы. К клуппу прикладывают

набор плашек, который позволяет изготавливать резьбы разных размеров.

В зависимости от формы наружной поверхности плашки подразделяют на: круглые, квадратные, шестигранные, призматические.

Круглые плашки – закрепляют для работы в воротках стопорными винтами или крепят в резьбонарезных патронах. Для этого на наружном цилиндре плашки существуют конические углубления и угловой паз. Последний позволяет разрезать плашку шлифовальным кругом по перемычке и частично регулировать по диаметру. Для круглых разрезных плашек применяют воротки с пятью винтами, с помощью которых регулируют диаметр нарезаемой резьбы.

На рис. 8 представлен чертёж плашки, на котором указаны все конструктивные и геометрические элементы этого инструмента.

Плашка имеет корпус 1 со стружечными отверстиями и крепёжными элементами, режущую 3 и калибрующую 2 часть.

В корпусе плашки имеются:

- режущие зубья (они характеризуются параметрами: z – число зубьев, B – ширина зуба, H_1 – ширина просвета между зубьями);
- стружечные отверстия;
- паз под разжимной винт;
- гнёзда для регулировочных и крепёжных винтов.

Размеры плашки характеризуются следующими параметрами:

- наружным d , внутренним d_1 и средним d_{cp} диаметрами;
- шагом резьбы P ;
- наружным диаметром плашки D ;
- шириной плашки H , которая состоит из двух длин режущей l_p и калибрующей l_k частей;
- шириной перемычек e и e_1 ;
- шириной паза b ;
- величиной смещения гнёзд регулировочных винтов от осей симметрии плашки c ;

- высотой профиля резьбы (глубиной резания) t ;
- величиной затылования K ;
- превышением высоты профиля резьбы на заборной части a_1 (0,1–0,3 мм).

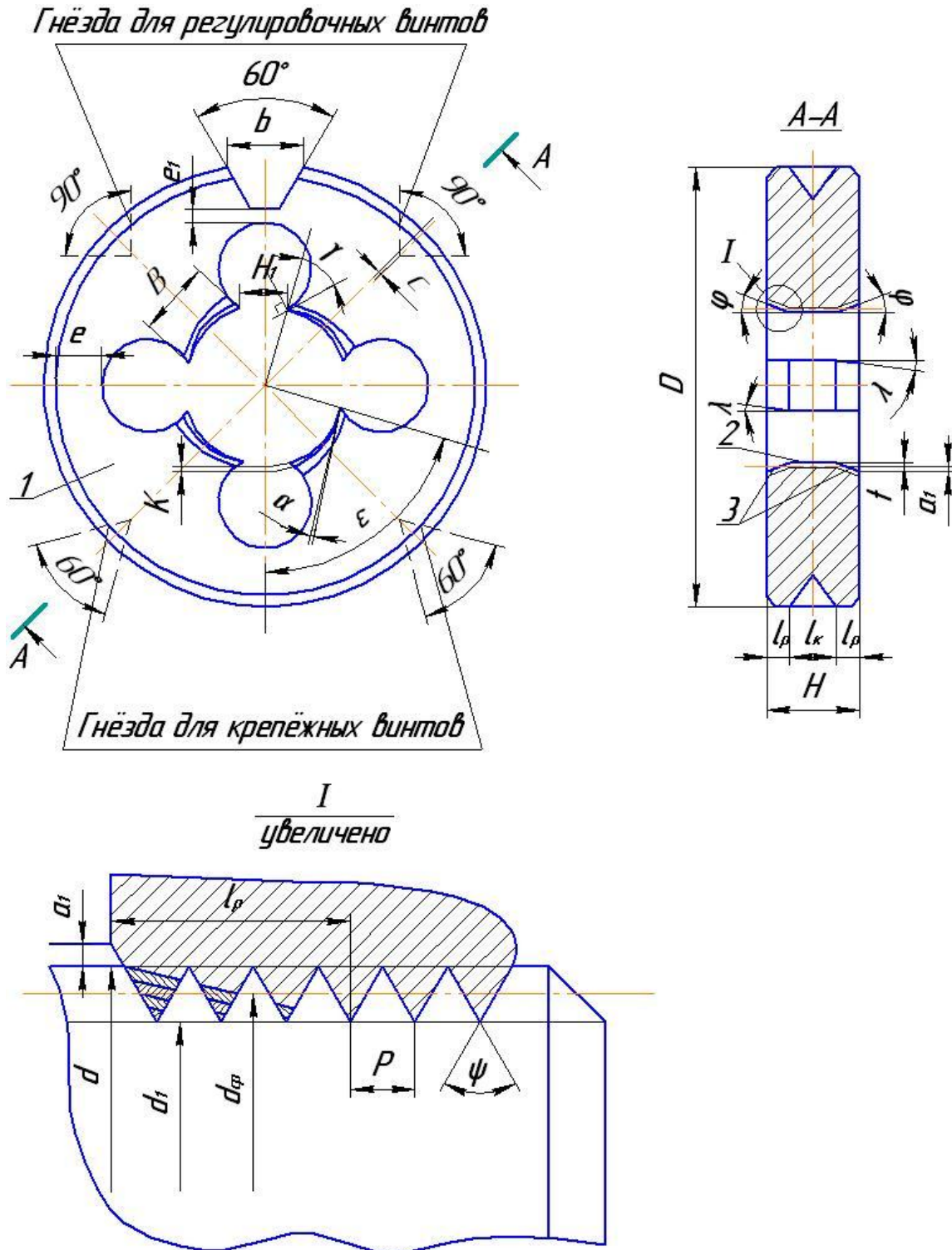


Рис. 8. Конструктивные элементы и геометрические параметры круглой плашки

Гнёзда для крепёжных и регулировочных винтов служат для фиксации плашки в плашкодержателе. Регулировочные винты позволяют также изменять в некоторых пределах диаметр нарезаемой резьбы.

В геометрические параметры плашки входят:

- передний угол γ ;
- задний угол α ;
- угол наклона режущей кромки λ ;
- угол заборного конуса φ ;
- угол профиля резьбы ψ ;
- угол сектора ε для определения величины затылования.

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Для метчика и плашки, выданных преподавателем, выполнить следующие измерения конструктивных и геометрических параметров.

3.1. Измерить конструктивные элементы метчика:

- длину заборного конуса;
- длину калибрующей части;
- длину рабочей части;
- длину хвостовика;
- длину квадрата.

3.2. Измерить геометрические параметры метчика:

- 2φ : угол конуса заборной части (универсальным угломером);
- γ : передний угол – определять по формуле (1),

$$tg\gamma = \frac{\Delta y}{\Delta x}, \quad (1)$$

где Δx – величина смещения ножки индикатора по оси X (см. рис. 9), а Δy – величина смещения ножки индикатора по оси Y (см. рис. 9).

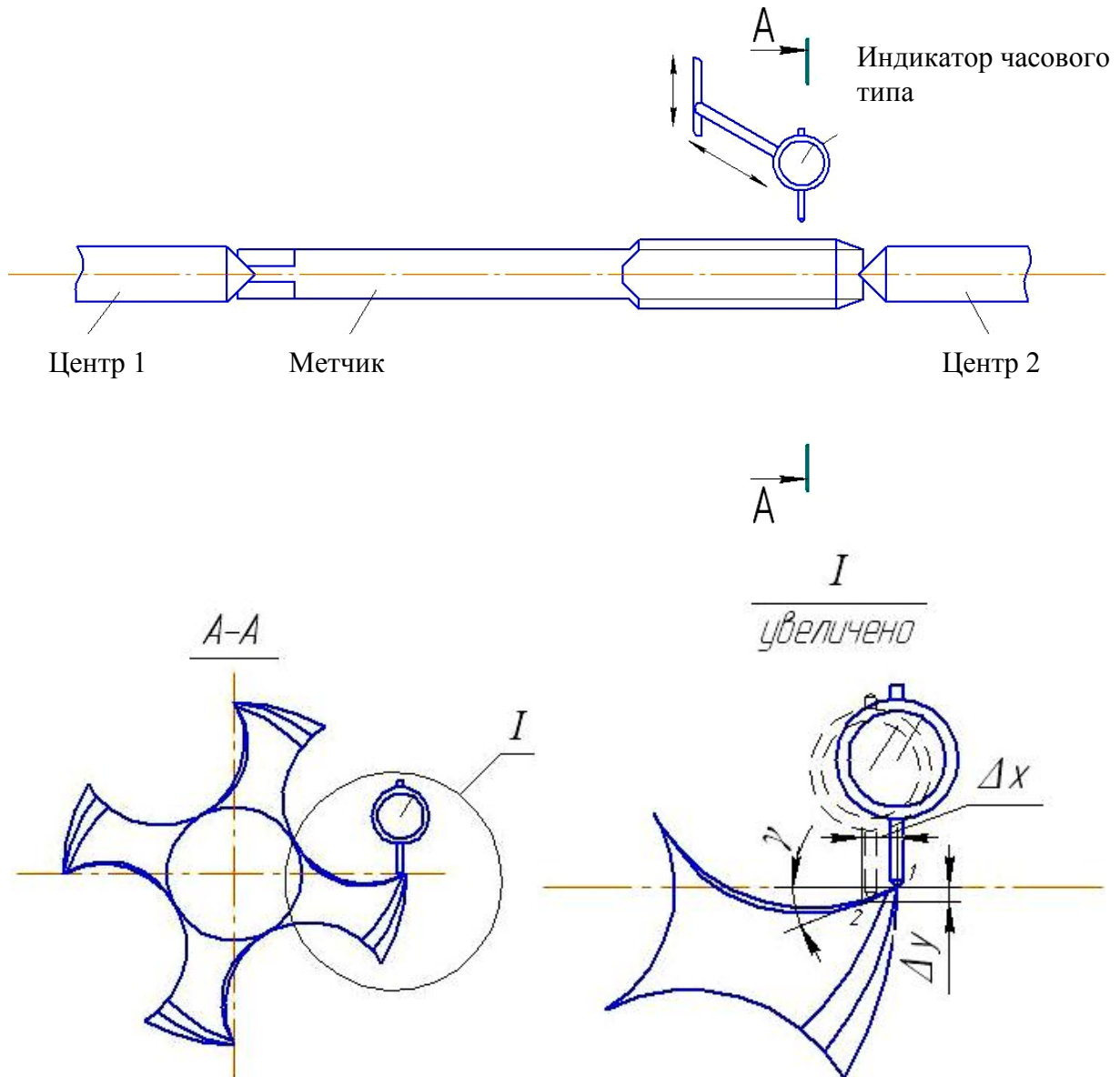


Рис. 9. Схема определения переднего угла метчика

– α : задний угол – определять по формуле (2),

$$\operatorname{tg}\alpha_1 = \frac{K_{з1}}{f}, \quad (2)$$

где $K_{з1}$ – величина затылования в точке 1 (см. рис. 10);

$K_{з2}$ – величина затылования в точке 2 (см. рис. 10);

f – ширина зуба на измеряемом участке 1–3.

В точке 1 задний угол будет больше, чем в точке 2, т. е. $\alpha_1 > \alpha_2$. При определении заднего угла необходимо измерять величину заднего угла только в точке x , как показано на рис. 10.

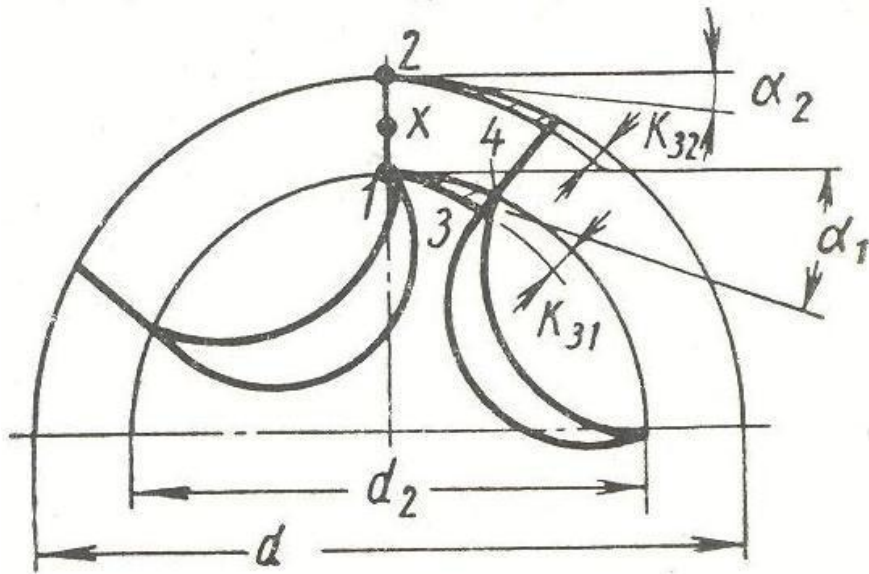


Рис. 10. Схема затылования заборной части метчика и образование задних углов

- β : угол заострения – определять по формуле (3),

$$\beta = 90^\circ - (\gamma + \alpha); \quad (3)$$

- φ : угол заборного конуса (универсальным угломером);
- λ : осевой угол подточки передней поверхности (с помощью копировальной бумаги и транспортира).

3.3. Измерить конструктивные элементы плашки:

- общую длину плашки H ;
- длину заборной части l_p ;
- длину калибрующей части l_k ($l_k = H - 2l_p$);
- наружный диаметр плашки D ;
- наружный диаметр резьбы d ;
- внутренний диаметр резьбы d_1 ;
- шаг резьбы P .

3.4. Измерить геометрические параметры плашки:

- φ : угол наклона заборной части (универсальным угломером);
- λ : угол наклона режущей кромки измеряется в плоскости резания. В этом случае одна из линеек угломера располагается на торцевой поверхности плашки перпендикулярно зубу, а другая – касательно к главной режущей кромке;

– γ : передний угол определяется в плоскости, перпендикулярной оси инструмента. Данный угол определяется путём получения оттиска торцевой поверхности инструмента (на копировальной бумаге) и геометрических построений на нём (рис. 8). Искомый угол определяется в итоге транспортиром;

– α : задний угол – определять по формуле (4),

$$\alpha = \operatorname{arctg} \left(\frac{K \cdot (360 / \varepsilon)}{\pi \cdot d_1} \right), \quad (4)$$

где K – величина затылования для заднего угла;

d_1 – внутренний диаметр резьбы.

4. ОБОРУДОВАНИЕ

1. Комплект метчиков и плашек.
2. Набор измерительных инструментов и аксессуаров: штангенциркуль (микрометр), универсальный угломер, масштабная линейка, транспортир, индикатор часового типа со штативом.
3. Калькулятор с тригонометрическими функциями для вычисления значений углов по имеющимся исходным данным и соответствующим формулам.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Перечислите виды резьбонарезного инструмента.
2. Какие виды метчиков и плашек существуют?
3. Назовите и охарактеризуйте все конструктивные элементы метчика и плашки.
4. Перечислите геометрические параметры метчика.
5. Назовите все углы, которые входят в понятие геометрия плашки.

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

1. Подготовить отчет по лабораторной работе.
2. Прощудировать контрольные вопросы и подготовиться к защите лабораторной работы.
3. Используя список рекомендуемой литературы изучить конструкции других резьбонарезных инструментов.

VII. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ НА ТЕМУ «ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ГЕОМЕТРИИ ЗУБОРЕЗНОГО ДОЛБЯКА»

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить назначение и расположение основных конструктивных элементов и геометрических параметров долбяка, а также особенности формообразования при зубодолблении, научиться измерять конструктивные и геометрические параметры долбяка и пользоваться соответствующими средствами измерения.

2. КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Одним из распространённых методов формообразования зубчатых колёс является их нарезание на специальных зубодолбёжных станках с применением зуборезных долбяков.

Зуборезный долбяк представляет из себя зубчатое колесо, снабжённое режущими кромками. При обработке инструмент совершает возвратно-поступательные движения относительно заготовки. После каждого двойного хода, заготовка и инструмент поворачиваются относительно своих осей. Таким образом, инструмент и заготовка как бы "обкатываются" друг по другу. После того, как заготовка сделает полный оборот, долбяк совершает движение подачи к заготовке. Этот процесс происходит до тех пор, пока не будет удалён весь необходимый слой металла.

Зуборезные долбяки предназначены для нарезания зубьев прямозубых и косозубых зубчатых колёс наружного и внутреннего зацепления, зубчатых венцов шевронных колёс с канавкой и без неё, зубчатых колёс блоков, зубчатых колёс с выступающими фланцами, ограничивающими свободный выход инструмента и зубчатых реек.

Долбяки изготавливают пяти типов:

- дисковые прямозубые (тип I);
- дисковые косозубые (тип II);
- чашечные прямозубые (тип III);

- хвостовые прямозубые (тип IV);
 - хвостовые косозубые (тип V);
- и трёх классов точности AA, A и B.

Разновидности долбяков изображены на рис. 1.

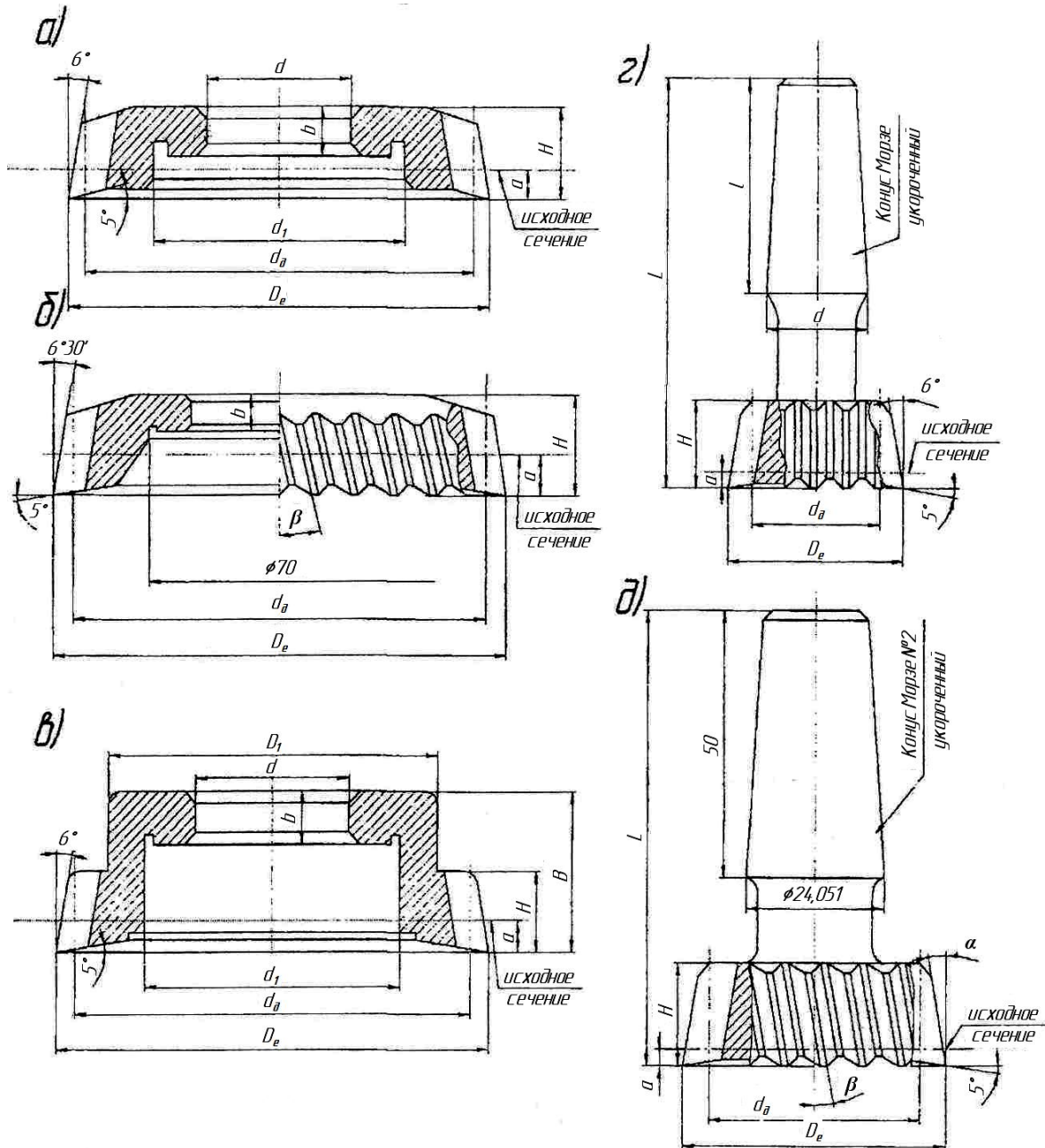


Рис. 1. Разновидности долбяков: а – дисковый прямозубый; б – дисковый косозубый; в – чашечный прямозубый; г – хвостовой прямозубый; д – хвостовой косозубый

Для изготовления долбяков всех типов и классов точности применяются быстрорежущие стали и пластины из твердых сплавов. Хвостовые долбяки изготавливаются сварными – режущая часть из быстрорежущих сталей, хвостовая – из стали марок 45 или 40Х.

На рис. 2 представлен чертёж долбяка, на котором указаны все конструктивные и геометрические элементы этого инструмента.

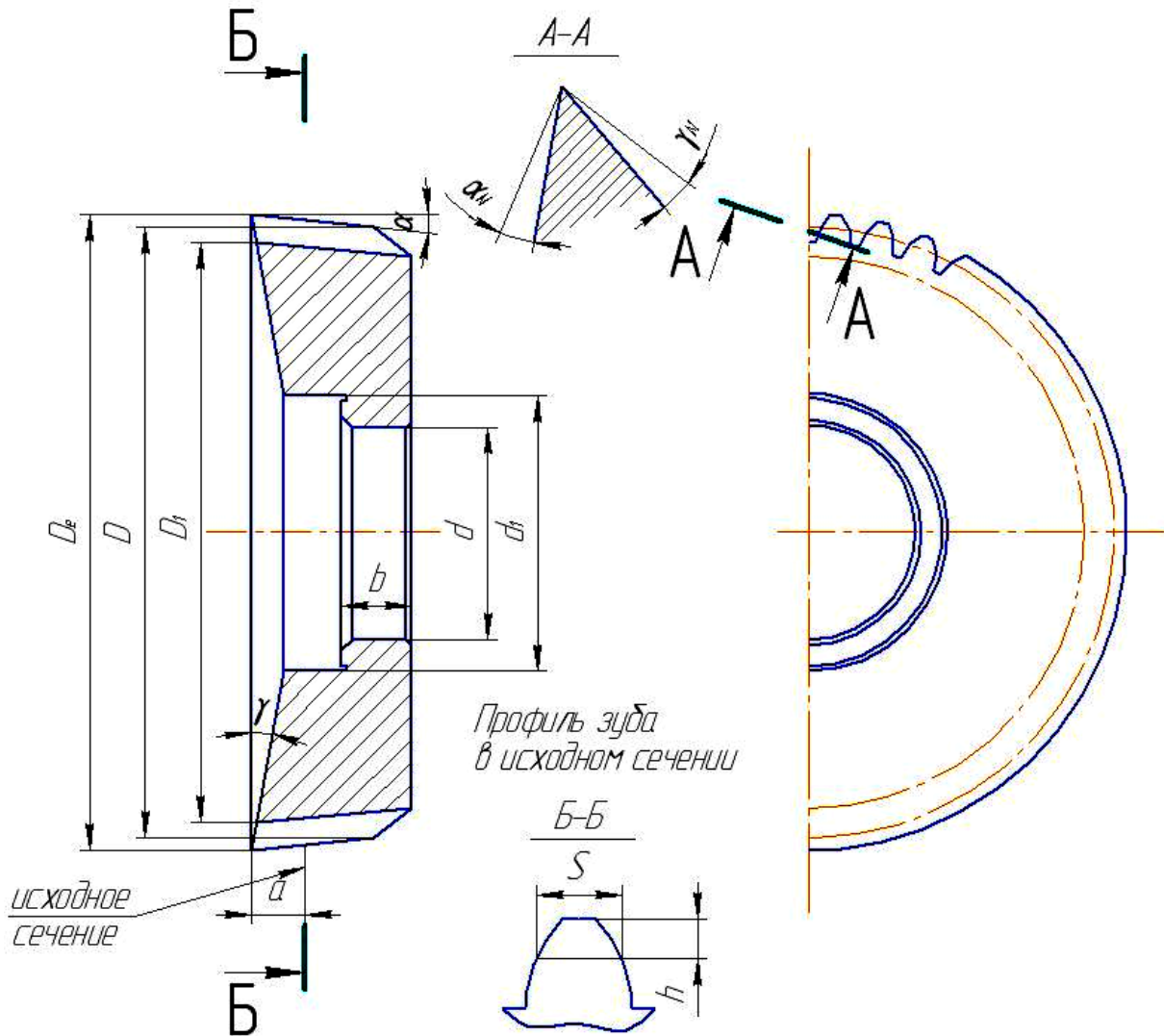


Рис. 2. Конструкция и геометрия долбяка

Конструктивные элементы долбяка:

- D_e : наружный диаметр в плоскости передней поверхности;
- D : делительный диаметр;
- D_1 : диаметр окружности впадин;
- d : посадочный диаметр;

- d_1 : диаметр выточки;
- H : высота долбяка;
- b : ширина посадочного отверстия;
- S : толщина зуба по дуге делительной окружности в исходном сечении;
- h : высота головки зуба в исходном сечении;
- a : исходное расстояние.

Геометрические параметры долбяка:

- γ : передний угол;
- α : задний угол;
- γ_N : передний угол в главной секущей плоскости;
- α_N : задний угол в главной секущей плоскости.

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Для долбяка, выданного преподавателем, выполнить следующие измерения конструктивных и геометрических параметров:

- m : модуль (по маркировке);
- z : число зубьев (подсчётом);
- D_e : наружный диаметр в плоскости передней поверхности (штангенциркулем);
- d : посадочный диаметр (штангенциркулем);
- d_1 : диаметр выточки (штангенциркулем);
- H : высота долбяка (штангенциркулем);
- b : ширина посадочного отверстия (штангенциркулем);
- γ : передний угол (угломером);
- α : задний угол (угломером).

4. ОБОРУДОВАНИЕ

1. Комплект долбяков.
2. Набор измерительных инструментов и аксессуаров: штангенциркуль (микрометр), универсальный угломер.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Для чего предназначен зуборезный долбяк?
2. Типы зуборезных долбяков?
3. Какие классы точности изготовления зуборезных долбяков существуют?
4. Перечислите все конструктивные и геометрические параметры долбяка.

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

1. Подготовить отчёт по лабораторной работе.
2. Простудировать контрольные вопросы и подготовиться к защите лабораторной работы.
3. Используя список рекомендуемой литературы ознакомиться с конструкцией и геометрией других зуборезных инструментов.

VII. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ НА ТЕМУ «ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ И ХАРАКТЕРИСТИК ШЛИФОВАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ»

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Научиться идентифицировать и выбирать под заданные условия обработки характеристики шлифовальных инструментов.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА ШЛИФОВАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

Как известно, под характеристикой шлифовального инструмента понимают ряд параметров, которые в совокупности отражают конструкцию и внутреннее строение инструмента, а также показывают область назначения и потенциальные возможности его применения. Характеристика инструмента отражается в его маркировке, т. е. в определенном наборе условных символов и цифр, которые непосредственно наносятся на нерабочей поверхности инструмента или приводятся в его сопроводительных документах. Например, характеристика абразивных шлифовальных кругов маркируется следующим образом:

ПП	200×20×76	14А	25	Н	С2	7	К5	35 м/с	А	1	ЧАПО
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

где 1 – форма шлифовального круга (ПП – круг прямого профиля);

2 – 200×20×76 – размеры круга в миллиметрах ($D \times H \times d$, где D и d соответственно наружный диаметр и диаметр посадочного отверстия, а H – высота круга);

3 – марка абразивного материала (14А – нормальный электрокорунд);

4 – зернистость, т. е. средний номинальный размер шлифовальных зерен в данном инструменте в микрометрах $\times 10$ (25 – зерна имеют средний размер 250 мкм);

5 – содержание основной фракции данной зернистости (Н – содержание основной фракции 45 %);

6 – твердость шлифовального круга в условных единицах (С2 – твердость средняя, вторая);

7 – структура шлифовального круга, показывает процентное содержание зерен в объеме инструмента (7=48 % зерен в объеме);

8 – тип связки и ее разновидность внутри данного класса (К5 – керамическая связка № 5);

9 – допустимая скорость работы круга, м/с;

10 – класс точности круга (А – высокий класс точности);

11 – класс неуравновешенности круга, показывает в условных единицах допустимую неуравновешенную массу круга в граммах (1 – первый класс неуравновешенности);

12 – марка изготовителя данного инструмента (ЧАПО – Челябинское абразивное производственное объединение).

Более подробно существующие разновидности параметров характеристики абразивных шлифовальных кругов и их условные обозначения представлены в табл. 1.

Таблица 1

№ поз.	Наименование параметра характеристики	Условное обозначение параметра и его расшифровка
1	2	3
1.	Форма шлифовального круга (ГОСТ 2424–75)	ПП – прямой профиль; 2П – двусторонний конический профиль; 3П – конический ПВ – плоский с выточкой; ПВК – плоский с конической выточкой; ПВД – плоский с двусторонней выточкой; К – кольцевой профиль; ЧЦ – чашечный цилиндрический; ЧК – чашечный конический; Т – тарельчатый.
2.	Размеры круга (ГОСТ 2424–75)	D×H×d (расшифровка – см. ранее в примере)
3.	Марка абразивного материала	13А, 14А, 15А, 16А – нормальный электрокорунд; 22А, 23А, 24А, 25А – белый электрокорунд; 33А, 34А – хромистый электрокорунд; 37А – титанистый электрокорунд; 38А – циркониевый электрокорунд;

Продолжение табл. 1

1	2	3
		43А, 44А, 45А – монокорунд; 91А, 92А, 93А, 94А – хромотитанистый электрокорунд
4.	Зернистость (ГОСТ 3647–71)	200, 160, 125, 100, 80, 63, 50, 40, 32, 25, 20, 16 – шлифзерно (размер равен номеру зернистости × 10, мкм); 12, 10, 8, 6, 5, 4, 3 – шлифпорошки (размер – см. выше); М63, М50, М40, М28, М20, М14 – микропорошки (размер – номер зернистости × 1, мкм); М10, М7, М5 – тонкие микропорошки (размер аналогично предыдущему случаю).
5.	Содержание основной фракции данной зернистости (ГОСТ 3647–71)	В – 55÷60 % основной фракции зерен; П – 45÷55 % основной фракции зерен; Н – 40÷45 % основной фракции зерен; Д – 36÷41 % основной фракции зерен.
6.	Твердость шлифовального круга (ГОСТ 18118–72, ГОСТ 19202–73)	ВМ – весьма мягкий (ВМ1, ВМ2); М – мягкий (М1, М2, М3); СМ – среднемягкий (СМ1, СМ2); СТ – среднетвердый (СТ1, СТ2, СТ3); Т – твердый (Т1, Т2); ВТ – весьма твердый; ЧТ – чрезвычайно твердый.
7.	Структура шлифовального круга	1–60 % зерен в объеме инструмента; 2–58 % зерен в объеме инструмента; 3–56 % зерен в объеме инструмента; 4–54 % зерен в объеме инструмента; 5–52 % зерен в объеме инструмента; 6–50 % зерен в объеме инструмента; 7–48 % зерен в объеме инструмента; 8–46 % зерен в объеме инструмента; 9–44 % зерен в объеме инструмента; 10–42 % зерен в объеме инструмента; 11–40 % зерен в объеме инструмента; 12–38 % зерен в объеме инструмента; 1÷4 структуры именуется плотными, 5÷8 средними, 9÷12 открытыми.

Продолжение табл. 1

1	2	3
8.	Тип связки	К – керамическая (K0÷K10); МГ – магнезиальная; С – силикатная; Б – бакелитовая (Б, Б1÷Б4, БУ, Б156, БП2); ГФ – глифталева; ПФ – поливинилформалева; В – вулканитовая (В, В1÷В5).
9.	Допустимая скорость вращения круга	В 1,5 раза меньше скорости проверки круга на разрыв.
10.	Класс точности круга (ГОСТ 2424–83)	АА – особо высокого качества; А – высокого качества; Б – нормального качества.
11.	Класс неуравновешенности круга (ГОСТ 3060–86)	1 – соответствует классу точности АА; 2 – соответствует классу точности А; 3, 4 – соответствует классу точности Б.
12.	Марка завода-изготовителя	ЮАЗ – Юргинский абразивный завод; ПАЗ – Приволжский абразивный завод; ЗАК – Запорожский абразивный завод; ИАЗ – Иршавский абразивный завод; МЗШИ – Московский завод шлифовального инструмента; МАЗ – Московский абразивный завод; КАЗ – Косулинский абразивный завод.

Характеристика алмазных и эльборовых шлифовальных кругов (отличие от абразивных) условно обозначается следующим образом:

АПП 150×10×32×5 АСО 160/100 75 % Б1 ТЗАИ,
 1 2 3 4 5 6 7

где 1 – форма шлифовального круга;

2 – размеры круга и толщина алмазоносного слоя;

3 – марка зерна;

4 – зернистость;

5 – концентрация алмазов (или эльбора);

6 – тип связки;

7 – марка завода изготовителя.

Наиболее распространенные разновидности параметров характеристики алмазных и эльборовых шлифовальных кругов приведены в табл. 2

Таблица 2

№	Наименование параметра характеристики	Условное обозначение, расшифровка и краткое описание
1	2	3
1.	Форма круга (ГОСТ 16187–70÷ГОСТ 16180–70)	АПП (ЛПП) – алмазный (эльборовый) прямого профиля; А1ПП – алмазный прямого профиля без корпуса; А2ПП – алмазный прямого профиля трехсторонний; АПВ – алмазный плоский с выточкой; АЧК – алмазный чашечный конический; АТ – алмазный тарельчатый; АОК – алмазный отрезной.
2.	Размеры круга и алмазоносного слоя (ГОСТ 16167–70÷ГОСТ 16180–70)	$D \times H \times d \times S$, где D – наружный диаметр круга; H – высота круга; d – диаметр посадочного отверстия; S – толщина алмазоносного (эльборового) слоя.
3.	Марка зерен ГОСТ 9206–70	А – алмаз естественный; АС – алмаз синтетический (разновидности – АСО, АСВ, АСП, АСК, АСС); Л – эльбор (разновидности – ЛЮ, ЛП).
4.	Зернистость	Согласно ГОСТ 9206–70 зернистость алмазных и эльборовых шлифовальных кругов обозначают дробью, в которой числитель соответствует максимальному размеру зерен в данной фракции (в мкм), а знаменатель – минимальному размеру. ГОСТ предусматривает широкий диапазон зернистостей: 400/250, 250/160, 160/100, 100/63, 63/40; Узкий диапазон зернистостей: 630/500, 500/400, 400/315, 315/250, 250/200, 200/160, 160/125, 125/100, 100/80, 80/63, 63/50, 50/40, а также зернистости для микропорошков: 60/40, 40/28, 28/20, 20/14, 14/10, 10/7, 5/3, 3/2, 2/1, 1/0.

Продолжение табл. 2

1	2	3
5.	Концентрация алмазов (или эльбора)	Круги делают с концентрацией алмазных зерен в единице объема алмазоносного слоя 50 %, 75 %, 100 %, 150 % (за 100 %-ную концентрацию принято содержание 0,878 мг алмазных зерен в 1 мм ³ алмазоносного слоя).
6.	Тип связки	Б – бакелитовая (Б1÷Б4, Б8, Бр, Б156, БП2); К – керамическая (КЛ, К1, К5, К16); М – металлическая (М1, М1П, МО16, МО13, МО137, МС15); Р – каучуковая (Р1, Р3, Р9, Р14).
7.	Марка завода-изготовителя	ТЗАИ – Томилинский завод алмазного инструмента; МАЗ – Московский абразивный завод.

Наряду с алмазно-абразивными кругами к шлифовальным инструментам относятся и находят широкое применение такие инструменты, как головки, бруски, сегменты, шкурки, ленты.

Шлифовальные головки предназначены преимущественно для обработки внутренних, труднодоступных и сложных по конфигурации поверхностей. Они имеют металлический стержень, служащий для крепления в патроне станка, на который приклеивается или напрессовывается собственно алмазная или абразивная головка. Характеристика головок маркируется в соответствии с ГОСТ 2447–82 или ГОСТ 17119–71 следующим образом:

AW 30×50 24A 25H CT1 6 K5 A 35 м/с
1 2 3 4 5 6 7 8 9

где 1 – форма шлифовальной головки (наиболее распространенные разновидности формы головок отражены в табл. 3);

2 – размеры головки $D \times H$ (где D – диаметр головки, H – длина головки)

3 – марка абразива (см. табл. 1, поз. 3);

4 – зернистость и содержание основной фракции (табл. 1, поз. 4 и 5);

5 – твердость головки (см. табл. 1, поз. 6);

6 – структура головки (см. табл. 1, поз. 7);

7 – тип связки (см. табл. 1, поз. 8);

8 – класс точности головки (см. табл. 1, поз. 10);

9 – допустимая скорость вращения головки.

Таблица 3

Разновидности форм шлифовальных головок

№	Обозначение	Наименование головок
1.	AW	Цилиндрические
2.	DW	Угловые
3.	EW	Конические с углом конуса 60°
4.	KW	Конические с закругленной вершиной
5.	F-2W	Шаровые

Шлифовальные бруски предназначены для:

- ручной обработки различных изделий, заточки столярного и хозяйственного инструмента

- для суперфиниширования (брусок из микропорошка прижимается с постоянным усилием прижатия к заготовке, совершаются возвратно-поступательные движения бруска или заготовки и (или) вращение заготовки)

- для хонингования (бруски закрепляют в сборных инструментах – хонах, представляющих собой вал на котором симметрично вдоль оси вращения закреплены бруски; их закрепление, а также прижатие с постоянным усилием в отверстии обрабатываемого изделия осуществляется пружинами).

Характеристика брусков маркируется по ГОСТ 2456–82, например, так:

БП 20×25×100 63С 6Н С2 7 Б А
1 2 3 4 5 6 7 8

где 1 – форма бруска (расшифровка обозначений форм брусков приведена в табл. 4);

2 – размеры бруска ($B \times H \times L$, где B – ширина, H – высота, L – длина бруска, мм);

3 – марка абразива (см. табл. 1, поз. 3);

4 – зернистость и содержание основной фракции (см. табл. 1, поз. 4 и 5);

5 – твердость бруска (см. табл. 1, поз. 6);

6 – структура бруска (см. табл. 1, поз. 7);

7 – тип связки (см. табл. 1, поз. 8);

8 – класс точности (см. табл. 1, поз. 10).

Таблица 4

Разновидности форм шлифовальных брусков

№	Обозначение	Наименование брусков
1.	БП	Прямоугольные
2.	БКв	Квадратные
3.	БТ	Треугольные
4.	БКр	Круглые
5.	БПкр	Полукруглые

Шлифовальные сегменты предназначены для изготовления сборных инструментов, где они крепятся в специальном корпусе и образуют составную режущую поверхность. Сегменты маркируются по ГОСТ 2464–82 следующим образом:

5С 60×20×200 14А 40Н С1 6 Б А
1 2 3 4 5 6 7 8

где 1 – форма сегмента (разновидности форм сегментов приведены в табл. 5);

2 – размеры сегмента $B \times H \times L$, мм;

3 – марка абразива;

4 – зернистость и содержание основной фракции;

5 – твердость;

6 – номер структуры;

7 – тип связки;

8 – класс точности.

Все указанные позиции (кроме поз. 1) расшифровывается, так же как и в предыдущих случаях (см. табл. 1).

Таблица 5

Разновидности шлифовальных сегментов

№	Обозначение	Наименование сегментов
1.	5С	Трапециевидные
2.	4С	Плоско-выпуклые
3.	3С	Выпукло-плоские
4.	2С	Вогнуто-выпуклые
5.	1С	Выпукло-вогнутые
6.	СП	Прямоугольные

Шлифовальные шкурки предназначены для ручной, а ленты - для машинной обработки сложных криволинейных поверхностей с переменной кривизной образующих и возможным наличием произвольно расположенных выступов, впадин и пр.

Пример маркировки шкурки по ГОСТ 6456–82:

Шкурка 1Э	100×200	П2	15А	25Н	М	А,
1	2	3	4	5	6	7

где 1 – вид шкурки (неводостойкая шкурка с электростатическим способом нанесения зерен);

2 – размер шкурки $B \times L$, мм;

3 – вид основы шкурки (бумажная основа);

4 – марка абразива (см. табл. 1, поз. 3);

5 – зернистость и содержание основной фракции (см. табл. 1, поз. 4 и 5);

6 – вид связки (мездровый клей);

7 – класс точности.

Пример обозначения ленты по ГОСТ 5009–82:

ЛБ	200×1000	15А	25Р	А	У2Г	Б
1	2	3	4	5	6	7

где 1 – вид ленты (бесконечная);

2 – размеры ленты $B \times L$, мм;

3 – марка абразива (см. табл. 1, поз. 3);

4 – зернистость и содержание основной фракции (см. табл. 1, поз. 4 и 5);

5 – класс точности шкурки, из которой сделана лента;

6 – вид основы ленты (саржевая основа марки У2Г);

7 – класс точности ленты.

3. ВЫБОР ШЛИФОВАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ ПОД ЗАДАННЫЕ УСЛОВИЯ ОБРАБОТКИ

При выборе шлифовальных инструментов под заданные условия и требуемый результат обработки принимают во внимание следующие основные рекомендации:

1. Разновидность шлифовальных инструментов, их форму и размеры выбирают в результате анализа чертежа обрабатываемой детали и ряда соответствующих инженерных и конструктивных соображений (см. предыдущий раздел).

2. Марка алмазно-абразивного материала выбирается на основе рекомендаций, представленных в табл. 6.

Таблица 6

Рекомендации по выбору алмазно-абразивного материала

№	Абразивный материал	Примечание
1	2	3
1.	Алмаз (А, АС)	Шлифование; заточка; доводка твердых сплавов; правка шлифкругов; обработка стекла, керамики, фарфора; заточка лезвий инструментов, обработка цветных металлов и сплавов
2.	Эльбор (ЛО, ЛП, ЛКВ)	Окончательная обработка высокоточных заготовок из инструментальных и труднообрабатываемых материалов
3.	Нормальный электрокорунд (10А÷19А)	Шлифование (черновое, обдирочное) стальных заготовок кругами на органических и неорганических связках
4.	Белый электрокорунд (20А÷29А)	Шлифование (окончательное) стальных закаленных заготовок на органических и (преимущественно) неорганических связках
5.	Хромистый электрокорунд (32А, 33А, 34А)	Шлифование изделий из конструкционных и углеродистых сталей с повышенной производительностью на различных связках
6.	Титанистый электрокорунд (37А)	Скоростное шлифование стальных заготовок кругами на керамической и бакелитовой связках
7.	Циркониевый электрокорунд (38А)	Силовое, обдирочное шлифование стальных заготовок на бакелитовой связке при высоких скоростях и подачах
8.	Монокорунд (43А, 44А, 45А)	Шлифование и заточка труднообрабатываемых сталей и сплавов кругами на керамических связках
9.	Хромотитанистый электрокорунд (91А, 92А, 93А, 94А)	Электрокорунды 91А и 92А аналогичны применению белого электрокорунда, а 93А, 94А – нормального электрокорунда

Продолжение табл. 6

1	2	3
10.	Карбид кремния черный (52С, 53С, 54С)	Обработка заготовок из чугуна, цветных металлов, твердых сплавов, гранита, мрамора шлифовальными инструментами, а также свободными абразивами
11.	Карбид кремния зеленый (62С, 63С, 64С)	Обработка титановых и твердых сплавов, чугуна, алюминия, меди, гранита, мрамора инструментами на всех связках и свободным абразивом

3. Зернистость выбирают, исходя из требований по шероховатости производительности шлифования. Чем меньшую шероховатость требуется получить на обрабатываемой поверхности, тем меньший номер зернистости следует выбирать. Производительность шлифования, наоборот, можно повысить, увеличив номер зернистости.

4. Содержание основной фракции данной зернистости является показателем качества абразива. При шлифовании с повышенными требованиями к качеству обработки целесообразно выбирать инструменты с более высоким содержанием зерен основной фракции.

5. Структуру шлифовального инструмента выбирают, пользуясь следующим обобщенным правилом: чем тверже обрабатываемый материал, тем мягче должна быть твердость инструмента и наоборот.

6. Структуру инструмента выбирают, имея в виду, что чем меньше номер структуры, тем большее число зерен приходится на единицу режущей поверхности инструмента. Поэтому закрытые структуры применяют при профильном шлифовании, где необходимо сохранять заданный профиль инструмента, средние - при круглом, бесцентровом и плоском шлифовании, а открытые - при заточке инструментов.

7. Тип связки влияет на допустимую температуру, скорость, производительность и качество шлифования, а также прочность инструмента. Основные рекомендации по выбору той или иной связки отражены в табл. 7.

Таблица 7

Рекомендации по выбору связок

№	Связки	Рекомендуемая область применения
1	2	3
1.	Керамическая	Для большинства видов шлифования и разновидностей абразивных инструментов, за исключение обдирки, отрезки и прорезки узких пазов
2.	Магнезиальная и силикатная	Для инструментов, используемых в основном для шлифования труднообрабатываемых вязких сталей в тех случаях, когда требуется высокая самозатачиваемость инструмента без высоких требований к шероховатости обрабатываемой поверхности
3.	Металлическая	Используется преимущественно при производстве инструментов из алмазов и сверхтвердых материалов, т. к. высокая прочность и малая пористость этой связки не позволяют применять её с другими, менее твердыми абразивами вследствие того, что инструмент в этом случае не самозатачивается
4.	Бакелитовая	Применяют для изготовления инструмента, предназначенного по большей части для операций обдирочного шлифования, отрезки и прорезки пазов, т. е. там, где предполагается съём большого количества металла в единицу времени
5.	Вулканитовая	Подразделяется на эластичную и жесткую связки. Первая разновидность применяется в инструментах, используемых для полирования отделочных операций, вторая – для отрезки, прорезки пазов, бесцентрового шлифования (ведущие круги)
6.	Глифталева	По своим свойствам эта связка подобна бакелитовой, но превосходит её по некоторым показателям. Поэтому область её применения включает чистовое и отделочное шлифование
7.	Мездровый, казеиновый клей, жидкое стекло, синтетические смолы и лаки	Шлифовальные шкурки, ленты и полировальные диски

9. Класс точности и неуравновешенности инструментов выбирают исходя из требований по точности и качеству обработки.

При этом следует помнить, что классы точности (АА, А, Б) имеют подробное описание в ГОСТ 2424–75, где, в частности, для каждого из них указаны предельные отклонения для наружного диаметра, высоты, диаметра посадочного отверстия, непараллельности, выпуклости и вогнутости торцевых поверхностей и пр. Следует также иметь в виду, что стоимость инструмента с более высоким классом точности всегда выше и её необоснованное завышение скажется на себестоимости обработки изделий.

Класс неуравновешенности непосредственно связан с классом точности инструментов (см. табл. 1) и поэтому определяется выбором последнего.

9. Скорость шлифования выбирают исходя из рекомендаций по выбору режимов резания для выбранной схемы шлифования и используемой разновидности шлифовального инструмента с учетом марки обрабатываемого материала. При этом следует помнить, что выбранная скорость шлифования не должна превосходить допустимую скорость вращения взятого инструмента.

Рекомендуемые диапазоны скоростей шлифования для абразивных и алмазных кругов отражены соответственно в табл. 8 и табл. 9.

Таблица 8

Рекомендуемые диапазоны скоростей шлифования
для абразивных кругов (на керамической связке)

Схема шлифования	Обрабатываемый материал	Скорость шлифования, м/с
Круглое наружное	Цементуемые стали	32–50
Внутреннее	Цементуемые стали	25–35
Круглое бесцентровое	Автоматные стали	32–45
Круглое бесцентровое	Конструкционные стали	27–45
Плоское, круглое, фасонное	Быстрорежущие стали	26–35
Внутреннее	Быстрорежущие стали	15–20
Круглое, фасонное, внутреннее	Чугун	30–50
Фасонное	Жаропрочные и титановые сплавы	35–50

Таблица 9

Рекомендуемые диапазоны скоростей шлифования
для алмазных кругов

Схема шлифования	Обрабатываемый материал	Связка круга	Скорость шлифования, м/с
1	2	3	4
Плоское	Твердые сплавы	Металлическая	25–35
Плоское	Твердые сплавы	Органическая	25–30
Круглое наружное	Твердые сплавы	Металлическая	25–35
Круглое наружное	Твердые сплавы	Органическая	25–30
Внутреннее	Твердые сплавы	Металлическая	15–20
Внутреннее	Твердые сплавы	Органическая	20–25
Заточка режущих инструментов	Твердые сплавы	Металлическая	15–20
Заточка режущих инструментов	Твердые сплавы	Органическая	20–25
Плоское	Легированные стали	Органическая	30–40
Круглое	Легированные стали	Органическая	30–50
Заточка	Легированные стали	Органическая	30–40

Оценка эффективности шлифования может осуществляться по различным критериям. Основными из них являются коэффициент шлифования и качество обработки. Коэффициент шлифования – это отношение массы (или объема) снятого обрабатываемого материала к массе (или объему) израсходованного рабочего слоя абразивного инструмента. В некоторых случаях вместо коэффициента шлифования (или наряду с ним) пользуются критерием режущей способности абразивного инструмента (масса или объем снятого обрабатываемого материала за определенное время обработки) и расходом или стойкостью инструмента (соответственно масса или объем израсходованного абразива за некоторое время шлифования; время работы инструмента до полного износа).

Качество шлифования оценивают по шероховатости обрабатываемой поверхности, классу точности, а также по наличию прижогов и шлифовальных трещин

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Получить у преподавателя одну из разновидностей шлифовального инструмента (круг, брусок, сегмент, шкурку) и дать полную письменную расшифровку характеристики этого инструмента, пользуясь сведениями из раздела 2.

2. Под сформулированные преподавателем условия обработки подобрать соответствующую характеристику шлифовального инструмента, опираясь на данные, приведенные в разделе 3.

5. ОБОРУДОВАНИЕ

Набор шлифовальных кругов, брусков, сегментов и лент с различными характеристиками.

6. ТРЕБОВАНИЯ К ОТЧЕТУ

Отчет должен содержать:

1. Эскиз шлифовального инструмента, выданного преподавателем, с поэтапной письменной расшифровкой его характеристики.

2. Подобранные компоненты характеристики шлифовального инструмента под условия обработки, сформулированные преподавателем.

7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Перечислить составные компоненты характеристики абразивного шлифовального круга.

2. Назвать компоненты характеристики алмазного шлифовального круга.

3. Что входит в понятие характеристики брусков и сегментов?

4. Как обозначаются характеристика шлифовальных шкурок и лент?

5. Перечислить инженерные и конструктивные соображения, на основе которых осуществляется выбор шлифовального инструмента под заданные условия обработки.

8. СОДЕРЖАНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Используя список рекомендуемой литературы, ознакомитесь с характеристиками шлифовальных инструментов зарубежных фирм-производителей [18, с. 340–357].

2. Подобрать характеристику импортного шлифовального инструмента под заданные условия обработки (по заданию преподавателя) [20, с. 169–180].

3. Подготовиться к защите лабораторной работы.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коротков, В. А. Процессы формообразования и инструменты: учебное пособие для студентов специальности 151002 «Металлообрабатывающие станки и комплексы» / ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. металлорежущих станков и инструментов. – Кемерово, 2011.– 84 с. [Эл. ресурс] <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90670&type=utchposob:common>

2. Овсеенко, А. Н. Формообразование и режущие инструменты учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки дипломир. специалистов «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» / А. Н. Овсеенко [и др.]. – М. : Форум, 2010. – 416 с.

3. Барботько А. И. Резание материалов: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению «Конструкт.-технолог. обеспечение машиностроит. пр-в» / А. И. Барботько, А. В. Масленников. – Старый Оскол : ТНТ, 2009. – 432 с.

4. Кожевников Д. В. Металлорежущие инструменты: учебник / Д. В. Кожевников, С. В. Кирсанов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. – 392 с.

5. Коротков В. А. Повышение эксплуатационных возможностей отрезных шлифовальных кругов : монограф. – М.: Машиностроение, 2009. – 178 с.

6. Чупина Л. А. Проектирование технологических операций металлообработки: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки дипломир. специалистов «Конструкт.-технолог. обеспечение машиностроит. производств» / Л. А. Чупина [и др.]. – Старый Оскол : ТНТ, 2010. – 636 с

7. Железнов Г. С. Процессы механической и физико-химической обработки материалов учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению «Конструкт.-технолог. обеспечение машиностроит. пр-в» / Г. С. Железнов, А. Г. Схиртладзе. – Старый Оскол : ТНТ, 2011. – 456 с.

8. Самойлова Л. Н. Технологические процессы в машиностроении: учеб. пособие / Л. Н. Самойлова, Г. Ю. Юрьева, А. В. Гирич. – СПб.: Лань, 2011. – 160 с., Эл. ресурс.: <http://e.lanbook.com/view/book/630/>

9. Тарабарин О. И. Проектирование технологической оснастки в машиностроении: учеб. пособие. – 2-е изд., испр. и доп. / О. И. Тарабарин, А. П. Абызов, В. Б. Ступко. – СПб.: Лань, 2013. – 304 с., Электронный ресурс: <http://e.lanbook.com/view/book/5859/>

10. Аверьянов О. И. Технология фрезерования изделий машиностроения: учеб. пособие для студентов образоват. учреждений сред. проф. образования / О. И. Аверьянов, В. В. Клепиков. – М. : Форум, 2008. – 432 с.

11. Шадуя В. Л. Современные методы обработки материалов в машиностроении: учеб. пособие для студентов машиностроит. и приборостроит. специальностей вузов / В. Л. Шадуя. – Минск. : Техноперспектива, 2008. – 314 с.

12. Петрушин, С. И. Основы формообразования резанием лезвийными инструментами: учебное пособие / С. И. Петрушин. – Томск: Изд-во НТЛ, 2004. – 204 с.

13. Бобров, В. Ф. Основы теории резания металлов / В. Ф. Бобров. – М. : Машиностроение, 2002. – 344 с.

14. Грановский, Г. И. Резание металлов: учебник для машиностр. и приборостр. спец. вузов / Г. И. Грановский, В. Г. Грановский. – М. : Высш. шк., 2003. – 304 с.

15. Васин, С. А. Резание материалов: учебник / С. А. Васин, А. С. Верещака, В. С. Кушнер. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. – 448 с.

16. Инструментальное обеспечение автоматизированного производства: учебник / В. А. Гречишников, А. Р. Маслов, Д. М. Соломенцев [и др.]. – М. : Изд-во «Станкин», 2000. – 204 с.

17. Дальский, А. М. Справочник технолога-машиностроителя. – 5-е изд. / А. М. Дальский, А. Г. Косилова, Р. К. Мещеряков. – М. : Высш. шк., 2003. – 944 с.

18. Абразивные материалы и инструменты. Каталог / под ред. В. Н. Тыркова; ВНИИАШР. – М. : ВНИИТЭМР, 1986. – 357 с.

19. Основы проектирования и технология изготовления абразивного и алмазного инструмента / под ред. Д. М. Ковальчука. – М. : Машиностроение, 1984. – 288 с.

20. Абразивная и алмазная обработка материалов: справочник / под ред. А. Н. Резникова. – М.: Машиностроение, 1977. – 291 с.