

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С. П. КОРОЛЁВА  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

## ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ГЕОМЕТРИИ ЗЕНКЕРОВ

*Утверждено Редакционно-издательским советом университета  
в качестве методических указаний к лабораторной работе*

САМАРА  
Издательство СГАУ  
2012

УДК СГАУ: 621.951

Составители: *А.Н. Волков, М.Б. Сазонов,  
Ю.А. Шабалин, И.А. Чигринёв*

Рецензент д-р техн. наук, проф. Н.Д. П р о н и ч е в

**Изучение конструкции и геометрии зенкеров:** метод. указания к лаб. работе / сост.: *А.Н. Волков, М.Б. Сазонов, Ю.А. Шабалин, И.А. Чигринёв.* – Самара: Изд-во СГАУ, 2012. – 32 с.

Приведены основные сведения о конструкции и геометрии зенкеров, изложена методика измерения их геометрических параметров. Даны рекомендации по выбору марки материала режущей части, геометрических параметров, формы стружечных канавок и исполнительных размеров.

Методические указания предназначены для выполнения лабораторной работы по курсам «Обработка конструкционных материалов» и «Режущий инструмент» специальностей 160301, 160302, 151001 и др.

Разработаны на кафедре механической обработки материалов.

© Самарский государственный  
аэрокосмический университет, 2012

**Цель работы:** 1. Изучение конструкции и геометрии зенкеров.

2. Измерение геометрических параметров зенкеров и ознакомление с применяемыми измерительными инструментами и приборами.

3. Выполнение эскизов зенкеров в соответствии с требованиями ЕСКД и стандартов на зенкера. 4. Рассмотрение процессов изготовления и заточки зенкеров.

## 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОЦЕССЕ ЗЕНКЕРОВАНИЯ И КОНСТРУКЦИИ ЗЕНКЕРОВ

### 1.1. Назначение зенкеров. Кинематика процесса зенкерования

*Зенкеры* – многолезвийный режущий инструмент, предназначенный для предварительной или окончательной обработки просверленных, штампованных или отлитых отверстий с допуском по 11 качеству, с шероховатостью  $R_a$  4...8 мкм в деталях из различных материалов. Обработка производится на сверлильных, токарных и расточных станках.

Процесс зенкерования (рис.1.1) совершается при двух совместных движениях: вращательном движении зенкера или детали (главное движение  $D_r$ ) и поступательном движении зенкера вдоль его оси (движение подачи  $D_s$ ).

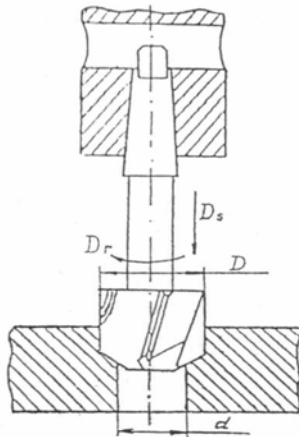


Рис. 1.1. Схема зенкерования, рабочие движения

Скорость главного движения определяет скорость резания (*м/мин*), максимальная величина которой рассчитывается по формуле

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000},$$

где  $D$  – диаметр зенкера, *мм*;

$n$  – частота вращения зенкера или детали, *об/мин*.

Скорость подачи может быть задана тремя видами:

$S_z$  – подача на зуб, *мм/зуб*;

$S_0$  – подача на оборот, *мм/об*;

$S_m$  – минутная подача, *мм/мин*.

Все три вида подач между собой взаимосвязаны:

$$S_m = S_0 \cdot n; \quad S_m = S_z \cdot n \cdot z,$$

где  $z$  – число зубьев зенкера.

Глубина резания  $t$  определяется припуском на обработку и зависит от диаметра отверстия, требуемой точности и шероховатости поверхности, механических свойств материала:

$$t = \frac{D - d}{2},$$

где  $D$  – диаметр зенкера;

$d$  – диаметр предварительно подготовленного отверстия.

## **1.2. Основные конструктивные и геометрические параметры зенкера**

Зенкеры изготавливают либо цельными из инструментальных, чаще всего быстрорежущих сталей, либо составными, оснащёнными пластинками или коронками из твёрдых сплавов.

На рис. 1.2 показаны конструкции цельных зенкеров с цилиндрическим и коническим хвостовиками. Как видно из этих рисунков, зенкер состоит из рабочей части  $l$  и хвостовика  $l_x$ . На рабочей части, в свою очередь, можно выделить режущую  $l_p$  и направляющую  $l_n$  части.

Зенкерование отверстий диаметром свыше 32 *мм* выполняют обычно насадными быстрорежущими зенкерами или с напайными пластинами из твёрдого сплава (рис. 1.3). Насадные зенкеры устанавливаются с помощью конических отверстий на специальных оправках (рис. 1.4), которые изготавливаются по ГОСТ 13044-85. Оправки многократно используются в

течение длительного времени. Поэтому насадные зенкеры позволяют осуществить значительную экономию инструментальных сталей и сплавов.

Режущая часть  $l_p$  (рис. 1.5) выполнена в виде заборного конуса и имеет несколько передних поверхностей 1 (в зависимости от количества режущих зубьев) и столько же задних поверхностей 2.

Передние поверхности представляют собой винтовые поверхности, плавно сопрягающиеся с поверхностями стружкоотводящих канавок.

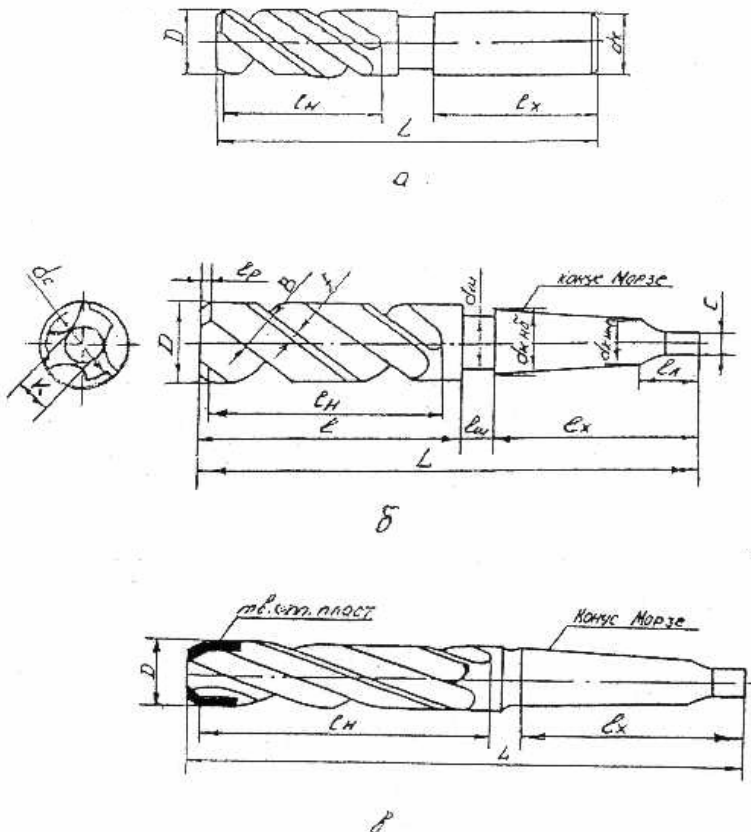


Рис. 1.2. Конструкции цельных зенкеров:

а – с цилиндрическим хвостовиком;

б – с коническим хвостовиком, быстрорежущий (ГОСТ 12489-71);

в – с коническим хвостовиком, твёрдосплавный (ГОСТ 3231-71)

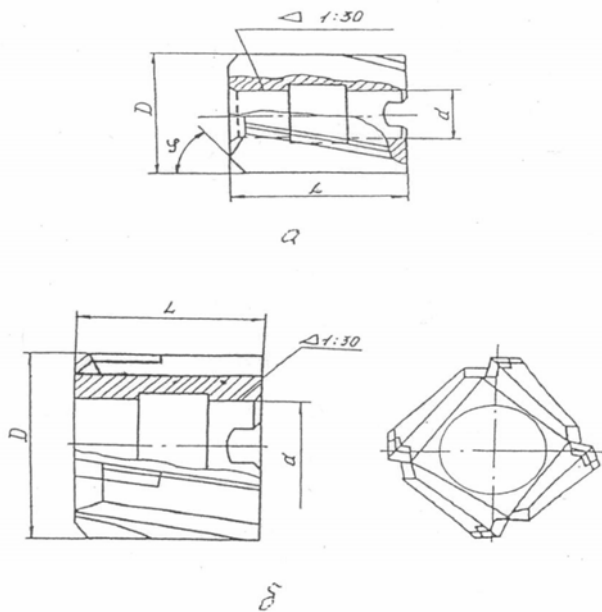


Рис. 1.3. Конструкции насадных зенкеров:  
 а – из быстрорежущей стали;  
 б – оснащённый пластинами из твёрдого сплава (ГОСТ 3231-71)

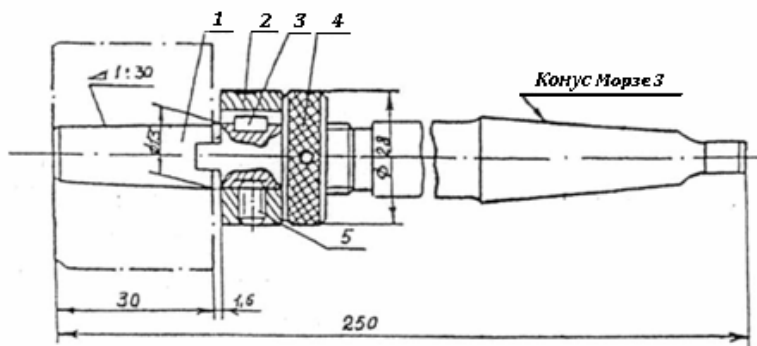


Рис. 1.4. Оправка: 1 – корпус; 2 – поводок; 3 – шпонка (ГОСТ 23360-78);  
 4 – гайка; 5 – винт (ГОСТ 1477-93)

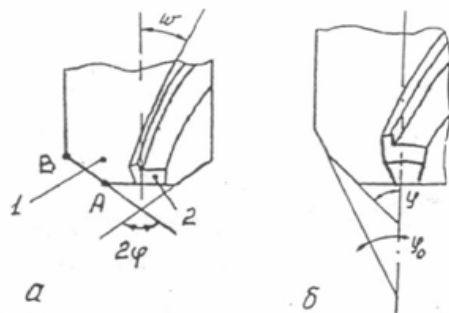


Рис. 1.5. Конструкция режущей части зенкера:  
*a* – стандартного; *б* – с переходной дополнительной кромкой

Главные задние поверхности обращены к поверхности резания и в зависимости от принятой схемы заточки могут быть коническими, винтовыми или плоскими.

Линии пересечения передних поверхностей с главными задними поверхностями образуют главные режущие кромки *AB*, количество которых зависит от количества режущих зубьев ( $z = 3 \dots 4$ ).

Угол между режущими кромками определяет угол при вершине зенкера  $\varphi$  (двойной угол в плане -  $2\varphi$ ) и является одним из важных геометрических параметров, характеризующих его режущую часть. Обычно  $\varphi$  принимается равным  $60^\circ$ , но для увеличения стойкости целесообразно образовать дополнительную переходную кромку под углом  $\varphi_0 = 30^\circ$  шириной  $1,5 \dots 2 \text{ мм}$  (рис. 1.5, б). При обработке глухих отверстий угол  $\varphi$  может быть увеличен до  $90^\circ$ .

Направляющая часть зенкера  $l_n$  (см. рис. 1.2) обеспечивает его направление в процессе резания и калибрования обрабатываемого отверстия. Она имеет направляющие ленточки шириной  $f$  и винтовые канавки, через которые отводится стружка и поступает смазочно-охлаждающая жидкость.

Для уменьшения трения ленточек о поверхность обрабатываемого отверстия и устранения заклинивания зенкера его направляющая часть может выполняться с обратной конусностью, составляющей, в зависимости от диаметра зенкера,  $0,03 \dots 0,15 \text{ мм}$  на  $100 \text{ мм}$  длины (угол  $\varphi_1$  на рис. 1.6).

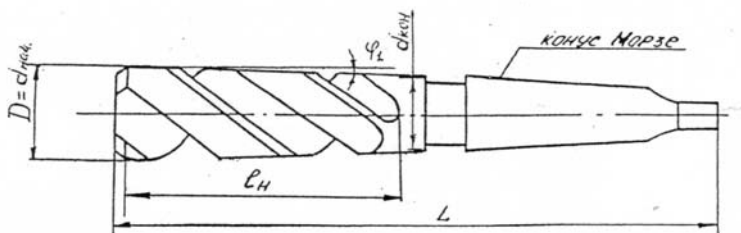


Рис. 1.6. Конструкция цельного зенкера с обратной конусностью

Линии пересечения цилиндрических ленточек с поверхностями стружкоотводящих канавок называются направляющими кромками ленточек и на участках, примыкающих к главным режущим кромкам, могут рассматриваться как вспомогательные режущие кромки (по аналогии с токарными резцами), а угол обратного конуса зенкера – как вспомогательный угол в плане  $\varphi_1$ . Величина этого угла невелика (не более  $5^\circ$ ) и может быть определена по формуле

$$\varphi_1 = \arctg \frac{d_{нач} - d_{кон}}{2l_n} = \arctg \frac{\Delta d}{2l_n},$$

где  $d_{нач}$  и  $d_{кон}$  – диаметры зенкера в начале и конце направляющей части;

$l_n$  – длина направляющей части.

Условия отвода стружки и охлаждения зенкера в значительной мере зависят от размеров и формы поперечного сечения канавок. Стружечные канавки зенкеров выполняются прямыми, наклонными и винтовыми.

Зенкеры с прямыми канавками широко применяются для обработки хрупких материалов, дающих стружку надлома. Зенкеры с наклонными канавками, как правило, сборные, с механическим креплением режущих ножей и пластин. Зенкеры с винтовыми стружечными канавками являются наиболее распространёнными и характеризуются углом наклона винтовых канавок  $\omega$ .

Под углом наклона винтовых канавок понимают угол между образующей цилиндра и касательной к направляющей кромке ленточки зенкера. Величина этого угла в зависимости от диаметра зенкера и свойств обрабатываемых материалов выбирается в пределах  $\omega = 15 \dots 30^\circ$  (см. рис. 1.5).



На рис. 1.7 приведены основные формы профилей поперечного сечения зенкеров. Профили *a*, *z*, *d* имеют соотношения  $d_0 = (0,35 \dots 0,5)D$ ;  $B = (0,4 \dots 0,48)D$ ;  $h = (0,02 \dots 0,04)D$ . Они являются наиболее распространёнными, так как направляющие ленточки снижают вибрации. Такие профили не совсем технологичны, так как требуют отдельной обработки канавки и спинки для образования ленточки высотой *h*. Указанные формы поперечных сечений применяются для трёхзубых цельных быстрорежущих зенкеров и оснащённых пластинами из твёрдого сплава диаметром  $D = 10 \dots 50$  мм. Профили *b*, *в*, *e* отличаются тем, что канавка и спинка зенкера обработаны одной фасонной фрезой, имеющей профиль стружечной канавки высотой *h*.

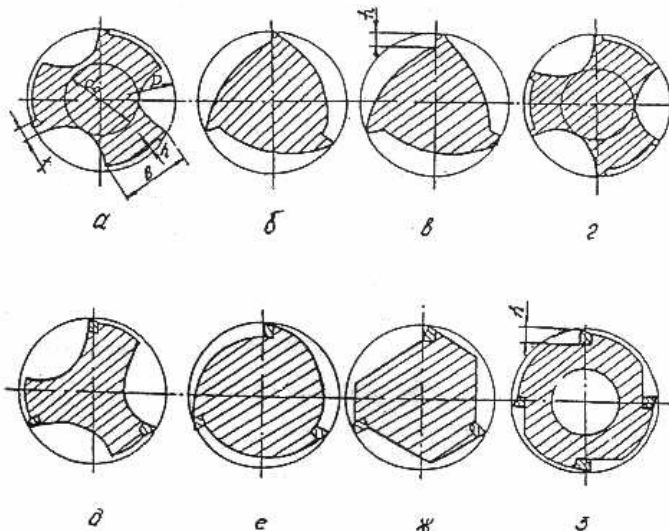


Рис. 1.7. Основные формы профилей поперечного сечения зенкеров

Зенкеры с профилем *ж*, *з* имеют повышенную прочность режущего клина и применяются при обработке высокопрочных материалов.

Хвостовик  $l_x$  служит для закрепления зенкера и передачи крутящего момента от шпинделя при обработке отверстия на сверлильных станках. В зависимости от диаметра зенкеры могут изготавливаться с цилиндрическим или коническим хвостовиком (см. рис. 1.2).

Конический хвостовик имеет конус Морзе с углом наклона, примерно равным  $1^{\circ}26'$ , обеспечивающим передачу крутящего момента от шпинделя станка, и лапку  $\ell_{л}$ , которая служит упором при выбивании инструмента из отверстия шпинделя и обеспечивает дополнительное крепление от проворачивания. Размеры конусов Морзе стандартизованы и определены номером конуса. Наибольшие диаметры конусов приведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Номер конуса Морзе	0	1	2	3	4	5	6
Наибольший диаметр конуса, мм	9,045	12,065	17,780	23,825	31,267	44,399	63,348

Шейка  $\ell_{ш}$  расположена между рабочей частью и коническим хвостовиком зенкера (рис. 1.2, б) и предназначена для выхода круга при шлифовании. На ней маркируются диаметр зенкера, материал режущей части, товарный знак завода-изготовителя.

### 1.3. Геометрия режущих лезвий зенкера

Геометрия режущих лезвий зенкера, как и любого режущего инструмента, определяется в соответствии с ГОСТ 25762-83, регламентирующим термины, определения и обозначения общих понятий, относящихся к обработке резанием. Она характеризуется передним углом  $\gamma$  и задним углом  $\alpha$ . Базами для отсчёта величин этих углов, согласно стандарту, являются две координатные плоскости: основная –  $P_v$  и плоскость резания –  $P_n$ .

Углы зенкера могут рассматриваться в статическом состоянии (в инструментальной или статической системе координатных плоскостей) и в процессе резания (в кинематической системе координатных плоскостей).

На рис. 1.8 показаны углы режущего лезвия зенкера в сечении главной секущей плоскости  $P_{\tau}$ .

Передний угол  $\gamma$  задаётся в главной секущей плоскости  $P_{\tau}$  между передней поверхностью и основной плоскостью  $P_v$ . Угол  $\gamma$  принимается равным: у быстрорежущих зенкеров для обработки конструкционных малоуглеродистых сталей  $15...20^{\circ}$ , у твёрдосплавных зенкеров для

обработки сталей повышенной твёрдости, а также жаропрочных и титановых сплавов  $0...5^{\circ}$ . Передний угол  $\gamma$  связан с углом спирали  $\omega$  зависимостью

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{\operatorname{tg} \omega}{\sin \varphi}.$$

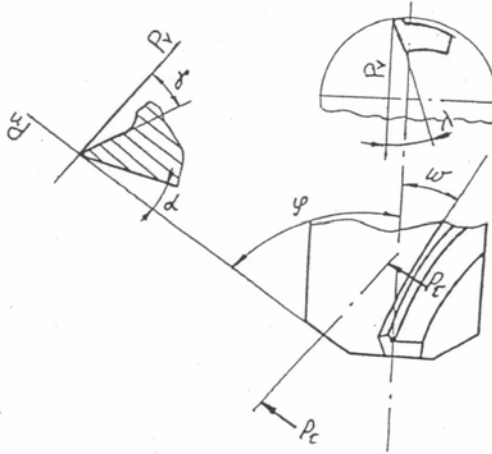


Рис. 1.8. Геометрия режущей части зенкера

Задний угол  $\alpha$  в главной секущей плоскости – это угол между касательной к задней поверхности в какой-либо точке режущей кромки и плоскостью резания  $P_n$ . Угол  $\alpha$  принимается равным  $6...10^{\circ}$ , а сама задняя поверхность, как правило, затачивается по одной или двум плоскостям для облегчения заточки и доводки. При заточке задней поверхности по плоскости угол  $\alpha$  постоянен, а при заточке по архимедовой спирали – переменен. Стандартные зенкеры выпускаются с  $\alpha = (6...8) \pm 2^{\circ}$ .

Угол наклона главной режущей кромки  $\lambda$  – это угол между основной плоскостью  $P_v$  и режущей кромкой. У стандартных зенкеров из быстрорежущих сталей угол наклона режущей кромки  $\lambda=0^{\circ}$ , у твёрдосплавных зенкеров  $\lambda=5...7^{\circ}$ . Следует иметь в виду, что при положительном значении угла  $\lambda$  стружка направляется в сторону нерабочей части зенкера против подачи, повышая шероховатость поверхности отверстия.

## 2. ВЫПОЛНЕНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

### 2.1. Изучение конструкции и геометрии зенкера

Руководствуясь материалом, приведенным в предыдущем разделе, и стандартами на зенкера, каждый студент изучает конструкцию и геометрию одного зенкера с цилиндрическим или коническим хвостовиком.

В ходе изучения определяются диаметр и тип зенкера, материал режущей части, устанавливаются конструктивные и геометрические параметры зенкера и их числовые значения, полученные в результате измерений и согласно стандарту, а именно:

- номинальный диаметр зенкера –  $D$ ;
- диаметр зенкера в начале и в конце направляющей части –  $d_{нач}$  и  $d_{кон}$ ;
- общая длина –  $L$ ;
- длина рабочей части –  $l$ ;
- длина режущей части –  $l_p$ ;
- длина направляющей части –  $l_n$ ;
- длина хвостовика –  $l_x$ ;
- диаметр хвостовика, если он цилиндрический –  $d_x$ ;
- наибольший и наименьший диаметры конического хвостовика –  $d_{к\ нб}$  и  $d_{к\ нм}$ ;
- номер конуса Морзе;
- длина лапки –  $l_l$ ;
- толщина лапки –  $c$ ;
- длина шейки –  $l_{ш}$ ;
- диаметр шейки –  $d_{ш}$ ;
- диаметр спинки –  $d_c$ ;
- ширина пера –  $B$ ;
- ширина направляющих ленточек –  $f$ ;
- толщина сердцевины зенкера –  $K$ ;
- угол при вершине зенкера –  $2\varphi$ ;
- угол наклона винтовой канавки (угол спирали) –  $\omega$ ;
- шаг винтовой канавки –  $H$ ;

- обратная конусность –  $\Delta d / \ell$  ;
- угол уклона обратного конуса на рабочей части зенкера –  $\varphi$ ;
- передний угол зенкера –  $\gamma$ ;
- задний угол зенкера –  $\alpha$ .

Составляются таблицы перечисленных параметров (бланк отчёта в приложении) и в них заносятся результаты измерений, а также числовые значения параметров согласно стандартам или полученные расчётным путём.

## **2.2. Выполнение эскизов зенкера**

Эскизы должны содержать общий вид зенкера в двух проекциях и увеличенное изображение режущей части с сечениями главной секущей плоскости, на которой лежит рассматриваемая точка режущей кромки.

На эскизах должны быть указаны основные конструктивные и геометрические параметры зенкера в буквенном виде и материал, из которого изготовлена режущая часть зенкера.

## **2.3. Измерение конструктивных и геометрических параметров зенкера**

Линейные размеры:  $L, \ell, \ell_p, \ell_n, \ell_x, \ell_l, \ell_{ш}, c, f, K, B$  – измеряются штангенциркулем и линейкой.

Диаметральные размеры:  $d_{нач}, d_{кон}, d_c, d_{ш}, d_x, d_{к нб}, d_{к нм}$  – измеряются с помощью микрометра, штангенциркуля или инструментального микроскопа.

Угловые размеры:  $2\varphi, 2\varphi_0, \omega, \gamma, \alpha$  – можно измерить с помощью переоборудованного для этой цели инструментального микроскопа *БМИ*. Углы при вершине зенкера  $2\varphi$  и  $2\varphi_0$  могут быть также измерены с помощью универсального угломера, передний угол  $\gamma$  может быть рассчитан (раздел 1.3), а угол наклона винтовой канавки  $\omega$  измерен путём прокатывания зенкера по копировальной бумаге.

Измерение углов при вершине  $2\varphi$  и  $2\varphi_0$  производится на универсальном угломере. Он предназначен для измерения углов от  $0$  до  $180^0$  и состоит (рис. 2.1) из основания  $2$  с градусной шкалой, нониуса  $1$  с подвижной линейкой  $5$  и неподвижной линейки  $8$ .

Нониус с подвижной линейкой может поворачиваться вокруг оси  $4$  основания  $2$  и закрепляться в определённом положении стопором  $3$ . Прибор даёт значение угла с вычетом  $90^0$ . Отсчёт угла производится по градусной шкале против нуля нониуса.

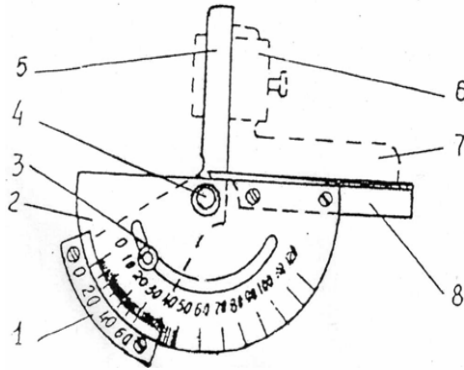


Рис. 2.1. Угломер с нониусом

При измерении угла при вершине  $2\varphi$  ( $2\varphi_0$ )  $\leq 90^\circ$  на подвижную линейку 5 с помощью державки 6 крепится угольник 7. К сторонам измеряемого угла zenкера прикладывается угольник 7 и основание линейки 8. По шкале прибора против нуля нониуса отсчитывается значение угла (рис.2.2). Если угол при вершине  $2\varphi$  ( $2\varphi_0$ )  $\geq 90^\circ$ , угольник 7 необходимо снять. Схема измерения остаётся неизменной, но к значению угла, взятому по прибору, необходимо добавить  $90^\circ$ .

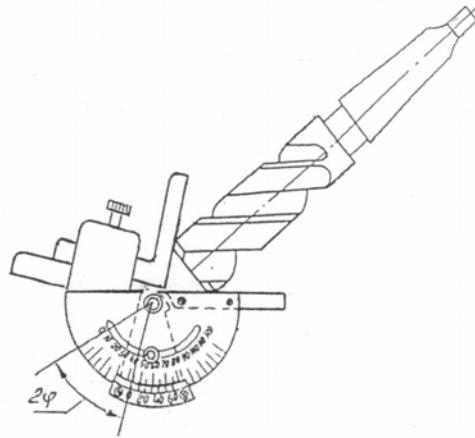


Рис. 2.2. Схема измерения угла при вершине  $2\varphi$

Измерение угла наклона винтовых канавок  $\omega$  и шага режущей спирали  $H$  можно определить путём прокатки зенкера через копировальную бумагу. При этом получаем развёртку винтовых линий зубьев инструмента в виде прямых линий, расположенных под углом  $\omega$  к оси инструмента (рис. 2.3).

Шаг режущей спирали может быть определён по формуле

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

где  $D$  – номинальный диаметр зенкера;

$\omega$  - угол наклона винтовых канавок.

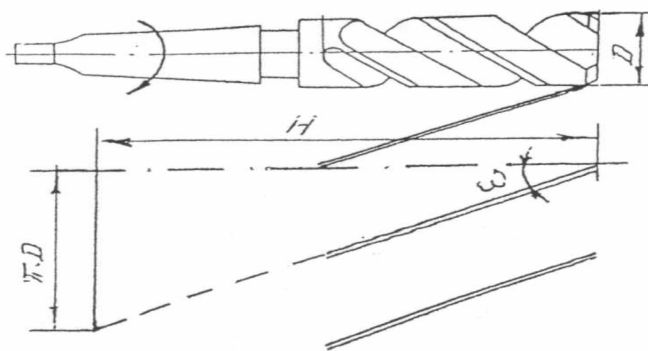


Рис. 2.3. Схема измерения угла наклона винтовых канавок  $\omega$

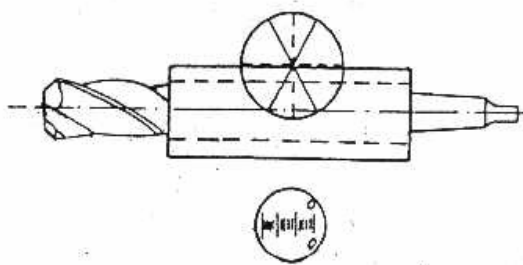


Рис. 2.4. Настройка микроскопа перед измерением углов

Для измерения угловых параметров на инструментальном микроскопе зенкер закрепляется в специальной втулке (рис. 2.4), которая с помощью призмы устанавливается на столе микроскопа. Установочные втулки

выбираются в зависимости от формы хвостовика (цилиндрический или конический) и от номера конуса Морзе, если хвостовик конический.

Перемещением стола в продольном или поперечном направлениях режущую часть зенкера вводят в поле зрения окуляра микроскопа и добиваются резкого её изображения. Установочную втулку поворачивают в призме так, чтобы одна из режущих кромок зенкера заняла положение, параллельное плоскости стола. Затем нуль градусной шкалы совмещают с нулём минутной шкалы, смотря при этом в окуляр угловых шкал микроскопа, а горизонтальную штриховую линию основного окуляра совмещают с изображением образующей оправки путём поворота стола микроскопа. После проведенных подготовительных операций приступают к измерению углов:  $\varphi$ ,  $\varphi_0$ ,  $\omega$ ,  $\gamma$  и  $\alpha$ .

Для измерения углов  $\varphi$  ( $\varphi_0$ ) стол микроскопа вместе с зенкером перемещают так, чтобы перекрестие линий в поле зрения основного окуляра микроскопа совместилось с изображением режущей кромки зенкера (рис.2.5,а). Затем горизонтальную пунктирную линию в поле зрения окуляра поворачивают до её совмещения с режущей кромкой зенкера (рис. 2.5, б) и снимают показания по угловым шкалам окулярной головки микроскопа.

Величина этого показания будет соответствовать углу  $\varphi$  ( $\varphi_0$ ), удвоив значение которого можно получить угол при вершине  $2\varphi$  ( $2\varphi_0$ ).

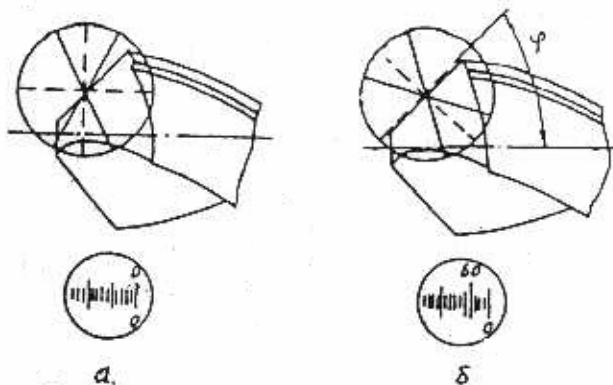


Рис. 2.5. Схема измерения угла  $\varphi$ : а – исходное положение; б – при измерении угла



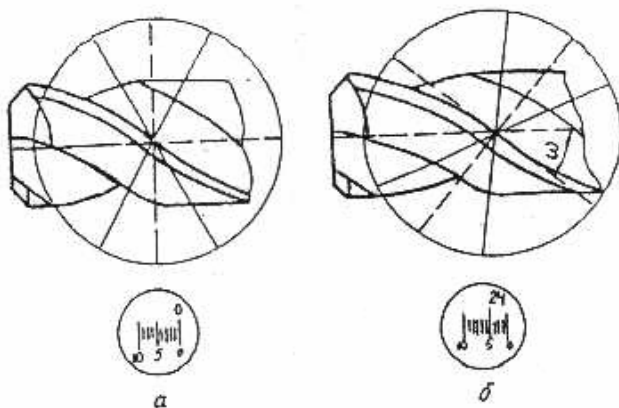


Рис. 2.6. Схема измерения угла  $\omega$ : *a* – исходное положение; *б* – при измерении угла

Для измерения угла наклона винтовой канавки  $\omega$  совмещают перекрестие линий в поле зрения основного окуляра с винтовой направляющей кромкой ленточки в точке, проекция которой лежит на оси зенкера (рис. 2.6, а), и поворачивают горизонтальную пунктирную линию так, чтобы она заняла положение касательной к винтовой линии (рис. 2.6,б). Отсчёт по угловым шкалам даёт величину угла  $\omega$ .

Передний угол  $\gamma$  измеряется в главной секущей плоскости  $P_\tau$ , нормальной к режущей кромке зенкера. Для этого стол микроскопа поворачивают на угол  $\theta = 90^\circ - \varphi$  и вертикальную пунктирную линию в поле зрения основного окуляра (при нулевом отсчёте по угловым шкалам) совмещают с режущей кромкой зенкера. Измерительную лапку индикатора устанавливают так, чтобы она коснулась режущей кромки зенкера в точке, расположенной как можно ближе к режущему лезвию (рис. 2.7).

Шкалу индикатора для удобства отсчёта устанавливают на нуль и с помощью микрометрического винта продольного хода стола микроскопа перемещают в продольном направлении на 1...2 мм (рис. 2.7). Величину перемещения  $\Delta$  определяют по шкале микрометрического винта микроскопа с одновременным снятием показаний индикатора  $h_\gamma$ . По результатам измерений рассчитывают передний угол  $\gamma = \text{arctg}(h_\gamma/\Delta)$ .

Задний угол  $\alpha$  измеряется в плоскости  $P_s$ , параллельной оси зенкера и касательной к цилиндрической поверхности, на которой лежит рассматриваемая точка режущей кромки. Для этого зенкер устанавливают в положение, показанное на рис. 2.8. Измерительную лапку индикатора устанавливают так, чтобы она коснулась режущей кромки в точке, несколько удалённой от вершины режущего лезвия.

При этом шкалу индикатора для удобства отсчёта устанавливают на нуль. Отметив показание по угловой шкале на поверхности стола микроскопа, стол поворачивают вместе с зенкером на угол  $\rho = 5 \dots 20^\circ$  и одновременно снимают показания индикатора  $h_\alpha$  (рис. 2.8).

Затем, подсчитывая длину дуги поворота зенкера для данного диаметра по формуле  $s = \pi d_i \rho / 360^\circ$ , где  $d_i$  – диаметр окружности, на котором расположена рассматриваемая точка режущей кромки зенкера ( $d_i \approx D$ ), определяют задний угол  $\alpha = \arctg(h_\alpha/s)$ .

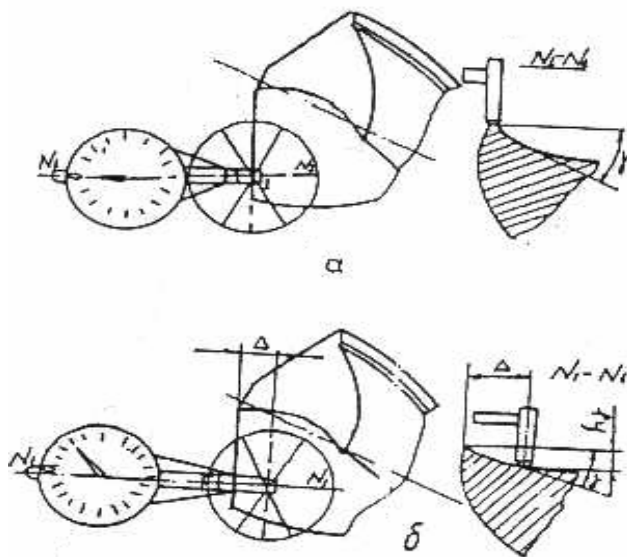


Рис. 2.7. Схема измерения переднего угла  $\gamma$ :  
 а – исходное положение; б – при измерении величины  $\Delta$  и  $h_\gamma$

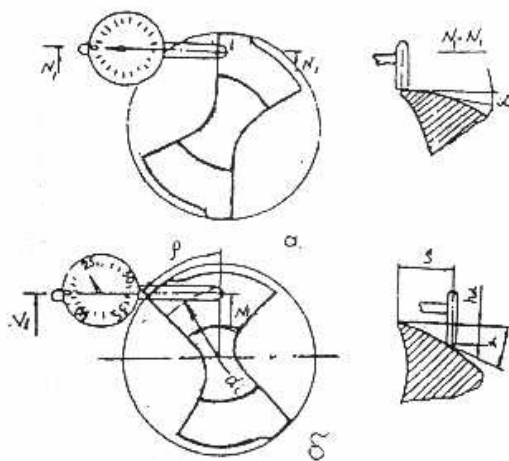


Рис. 2.8. Схема измерения заднего угла  $\alpha$ : *a* – исходное положение; *б* – при измерении  $\rho$  и  $h_\alpha$

#### 2.4. Содержание отчёта

После выполнения работы оформляется отчёт. В отчёте приводятся эскизы зенкера и его режущей части; таблицы с замеренными и стандартными значениями отдельных параметров зенкера; результаты расчётов и схемы, поясняющие методику измерений. Образец отчёта приведен в приложении.

### 3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ МАРШРУТ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЗЕНКЕРОВ

Для изготовления зенкера с коническим хвостовиком рекомендуется следующая последовательность основных технологических операций:

- получение заготовки по типовой технологической схеме для сварных изделий;
- точение рабочей части и хвостовика;
- подрезание торца со стороны лапки;
- шлифование конического хвостовика;
- подрезание торца рабочей части;
- фрезерование лапки и стружечных канавок;

- термическая обработка;
- шлифование и доводка центровых отверстий;
- шлифование рабочей части и хвостовика;
- шлифование заборной части;
- затачивание задних поверхностей;
- тонкое затачивание передней, наружной и задней поверхностей.

## 4. ЗАТОЧКА ЗЕНКЕРОВ

Износ зенкеров происходит по задним поверхностям, по передним поверхностям и по ленточке. Стачивание по длине зуба за одну заточку у быстрорежущих зенкеров составляет  $h = 0,04D + 0,4$  мм, у твёрдосплавных –  $h = 0,01D + 0,2$  мм. Заточку выполняют на универсально-заточном станке. Для заточки быстрорежущих зенкеров применяют круги из электрокорунда 25А зернистостью 16...25 на керамической связке К5 твёрдостью СМ1...СМ2.

Заточка передней поверхности производится тарельчатыми кругами (рис.2.9), причём для инструментов с прямыми зубьями используют торцовую сторону круга, а винтовые зубья обрабатывают конической стороной при  $\omega \leq 20^\circ$ .

Для радиальной установки рабочей поверхности круга используют специальный шаблон.

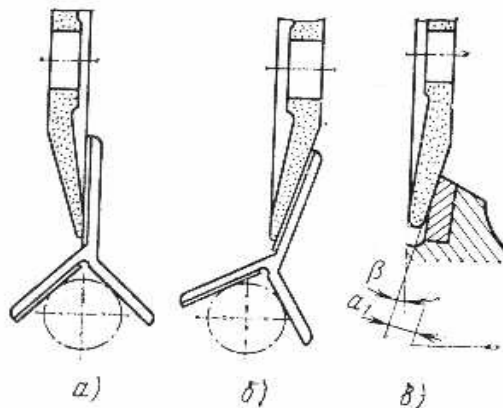


Рис. 2.9. Схема установки шлифовального круга при заточке передней поверхности инструмента: а – с прямым зубом при  $\gamma = 0$ ; б – с винтовым зубом при  $\gamma = 0$ ; в – с винтовым зубом при  $\gamma < 0$

В случае, когда передний угол на калибрующей части не равен нулю, необходимо круг сместить от радиального расположения на величину  $\alpha_1$ :

$$\alpha_1 = \frac{D \sin \gamma}{2 \cos \beta},$$

где  $D$  – диаметр инструмента, мм;  $\beta$  – угол правки круга (при работе торцом круга  $\beta = 0$ );  $\gamma$  – передний угол на калибрующей части [3].

При заточке инструмента с винтовым зубом угол между осями шлифовального круга и инструмента (угол поворота заточной головки) должен составлять  $\sigma = (90 - \omega)^{+(1...3)}$ , где  $\omega$  – угол наклона винтового зуба. Припуск при заточке на передней поверхности составляет 0,2 мм, а при доводке – 0,03...0,05 мм.

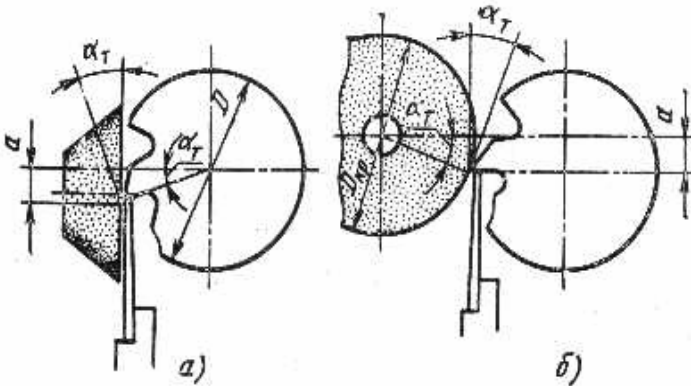


Рис. 2.10. Схема установки круга при заточке задней поверхности инструмента: а – торцом круга; б – периферией круга

Заточку задней поверхности на калибрующей части производят в центрах. Ось центров располагается параллельно направлению продольной подачи стола. При заточке торцом круга (рис. 2.10) вершину зуба с помощью упорки устанавливают ниже горизонтальной осевой плоскости инструмента на величину

$$a = \frac{D}{2} \sin \alpha_T \approx 0,01 D \alpha_T,$$

где  $\alpha_T$  – задний угол в торцовом сечении;  $\operatorname{tg} \alpha_T = \operatorname{tg} \alpha_N \cos \omega$ ; здесь  $\alpha_N$  – задний угол в сечении, перпендикулярном к режущей кромке.

При заточке периферией круга упорку располагают в горизонтальной осевой плоскости инструмента, а ось шлифовального круга смещают вверх на величину

$$\alpha = \frac{D_{кр}}{2} \sin \alpha_T \approx 0,01 D_{кр} \alpha_T.$$

При заточке задних поверхностей зубьев на режущей части верхнюю часть стола поворачивают на угол заборного конуса – величину смещения упорки рассчитывают по среднему диаметру режущей части.

## Контрольные вопросы

1. Параметры режима резания при зенкеровании.
2. Типовые конструкции зенкеров.
3. Элементы геометрии зенкеров.
4. Назовите основные части зенкеров.
5. Для чего отверстие насадных зенкеров делается коническим?
6. Какова приблизительная величина угла уклона конуса Морзе?
7. Для чего делается двойной заборный конус на зенкерах?
8. Какова зависимость переднего угла от углов спирали и заборного конуса?
9. С какой целью на зенкерах выполняется угол обратного конуса?
10. Каково назначение лапки на хвостовике зенкера?
11. Какие формы профилей поперечного сечения характерны для зенкеров?
12. С какой целью затачивается угол наклона главной режущей кромки?
13. Напишите формулу для расчёта шага режущей спирали.
14. Как измерить передний угол зенкера?
15. Как измерить задний угол зенкера?
16. Как измерить угол спирали зенкера?
17. В чём различие задних поверхностей на режущей и калибрующей частях зенкера?
18. Как измеряется угол заборного конуса?
19. Назовите основные операции при изготовлении зенкеров.
20. Изобразите схему заточки передней поверхности с прямым зубом при  $\gamma = 0^0$ .

21. Изобразите схему заточки передней поверхности с винтовым зубом при  $\gamma = 0^{\circ}$ .
22. Изобразите схему заточки передней поверхности с винтовым зубом при  $\gamma < 0$ .
23. Изобразите схему заточки задней поверхности торцом круга.
24. Изобразите схему заточки задней поверхности периферией круга.
25. Укажите величину смещения круга от радиального расположения при заточке передней поверхности.

### **Список использованных источников**

1. Металлорежущие инструменты [Текст] / В.А. Гречишников, С.Н. Григорьев, С.В. Кирсанов [и др.]. – М.: МГТУ СТАНКИН, 2005. – 567 с.
2. Барсов, А.И. Технология инструментального производства [Текст] / А.И. Барсов. – М.: Машиностроение, 1975. – 272 с.
3. Попов, С.А. Заточка и доводка режущего инструмента [Текст] / С.А. Попов. – М.: Высш. школа, 1986. – 223 с.
4. Палей, М.М. Технология шлифования и заточки режущего инструмента [Текст] / М.М. Палей, Л.Г. Дибнер, М.Д. Флид. – М.: Машиностроение, 1988. – 288 с.
5. Справочник инструментальщика [Текст] / под ред. И.А. Ординарцева. – Л.: Машиностроение, 1987. – 845 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица П1

### *Основные размеры зенкоров с цилиндрическим хвостовиком*

Размеры, мм				
D	dx	L	$\ell_n$	$\ell_x$
10	12	133	87	40
11	12	142	94	40
12	12	142	94	40
13	16	169	114	45
14	16	169	114	45
15	16	169	114	45
16	16	178	120	45
17	20	185	125	48
18	20	195	130	48
19	20	200	135	48
20	20	205	140	48

Таблица П2

### *Основные размеры зенкоров с коническим хвостовиком, быстрорежущие*

Размер, мм			Конус Морзе	Размер, мм			Конус Морзе
D	L	$\ell_n$	№	D	L	$\ell_n$	№
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
10,0	160 170	80 90	1	22,0	220 250	120 150	2
10,5	160 170	80 90	1	24,0	240 280	120 160	2
11,0	165 175	85 95	1	25,0	245 280	125 160	3
11,5	165 175	85 95	1	26,0	245 285	125 165	3
12,0	170 180	90 100	1	27,0	245 290	125 170	3
13,0	170 180	90 100	1	28,0	250 290	130 170	3
14,0	175 190	95 110	1	30,0	250 295	130 175	3
15,0	175 215	95 115	1	32,0	285 335	140 185	3



Окончание табл. П2

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
16,0	200 220	100 120	2	34,0	285 340	140 190	4
17,0	200 220	100 120	2	35,0	285 340	140 190	4
18,0	205 230	105 130	2	36,0	295 345	150 195	4
19,0	205 235	105 130	2	37,0	295 345	150 195	4
20,0	210 240	110 140	2	38,0	295 350	150 200	4
21,0	210 245	110 145	2	40,0	305 350	160 200	4

Таблица П3

**Основные размеры зенкеров с коническим хвостовиком, твёрдосплавные**

Размер, мм			Конус Морзе	Размер, мм			Конус Морзе
D	L	$\ell_n$	№	D	L	$\ell_n$	№
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
14	180 205	85 110	2	30	262 302	120 160	3
15	180 205	85 110	2	32	268 312	125 170	3
16	185 215	90 120	2	34	268 312	125 170	3
17	185 215	90 120	2	35	268 312	125 170	3
18	190 220	95 125	2	36	272 322	130 180	3
19	218 248	100 130	2	37	272 322	130 180	3
20	218 248	100 130	2	38	272 322	130 180	3
21	218 248	100 130	3	40	282 322	140 190	4
22	222 258	105 140	3	42	282 332	140 190	4
24	222 258	105 140	3	45	292 342	150 200	4

Окончание табл. П3

1	2	3	4	5	6	7	8
25	228 268	110 150	3	47	292 342	150 200	4
26	228 268	110 150	3	48	292 342	150 200	4
27	228 268	110 150	3	50	305 355	160 210	4
28	262 302	120 160	3	-	-	-	-

Таблица П4

**Основные размеры насадных зенкеров, быстрорежущие**

Размеры, мм			Размеры, мм		
D	L	D	D	L	D
32	30	13	42	38	19
34	30	13	45	38	19
35	34	16	47	38	19
36	34	16	48	42	19
37	34	16	50	42	22
38	34	16	52	42	22
40	34	16	52	42	22

Таблица П5

**Основные размеры насадных зенкеров, твёрдосплавные**

Размеры, мм			Размеры, мм		
D	L	D	D	L	D
32	40	13	55	55	22
34	40	13	58	60	27
35	45	16	60	60	27
36	45	16	62	60	27
37	45	16	63	60	27
38	45	16	65	60	27
40	45	16	68	60	27
42	45	16	70	60	27
45	50	19	72	65	32
47	50	19	75	65	32
48	50	19	78	65	32
50	55	22	80	65	32
52	55	22	-	-	-

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### Кафедра

*Механической обработки материалов*

Студент \_\_\_\_\_

Группа \_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_

Лабораторная работа № \_\_\_\_\_

### **Изучение конструкции и геометрии зенкеров**

Эскиз зенкера

## Элементы конструкции и геометрии зенкера

Наименование	Обозначение	Значения параметров	
		Согласно стандарту или по расчёту	Измерение
Номинальный диаметр зенкера, мм	$D$		
Диаметр зенкера в начале и в конце направляющей части, мм	$d_{нач}$ $d_{кон}$		
Общая длина, мм	$L$		
Длина рабочей части, мм	$l$		
Длина режущей части, мм	$l_p$		
Длина направляющей части, мм	$l_n$		
Длина хвостовика, мм	$l_x$		
Диаметр цилиндрического хвостовика, мм	$d_x$		
Наибольший и наименьший диаметры конического хвостовика	$d_{к\ нб}$ $d_{к\ нм}$		
Номер конуса Морзе	$N\dot{o}$		
Длина лапки, мм	$l_l$		
Толщина лапки, мм	$C$		
Длина шейки, мм	$l_{ш}$		
Диаметр шейки, мм	$d_{ш}$		
Диаметр спинки, мм	$d_c$		
Ширина пера, мм	$B$		
Ширина направляющих ленточек	$F$		
Толщина сердцевин зенкера	$K$		
Угол при вершине зенкера, град.	$2\varphi$		
Угол наклона винтовой канавки, град.	$\omega$		
Шаг винтовой канавки	$H$	$H = \pi D / \operatorname{tg} \omega$	
Обратная конусность	$\Delta d$	$\Delta d = (d_n - d_k) / l_n$	
Угол уклона обратного конуса, мин	$\varphi_l$	$\varphi_l = 60 \operatorname{arctg}(\Delta d / 2)$	
Передний угол зенкера, град.	$\gamma$	$\gamma = \operatorname{arctg}(\operatorname{tg} \omega / \sin \varphi)$	
Задний угол зенкера, град.	$\alpha$	$\alpha = \operatorname{arctg}(h_a / s)$	

Схема измерения углов зенкера

Схемы заточки передних и задних углов зенкера

Ответы на контрольные вопросы

Преподаватель \_\_\_\_\_

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОЦЕССЕ ЗЕНКЕРОВАНИЯ И КОНСТРУКЦИИ ЗЕНКЕРОВ</b> .....	3
<i>1.1. Назначение зенкеров. Кинематика процесса зенкерования</i> .....	3
<i>1.2. Основные конструктивные и геометрические параметры зенкера</i> .....	4
<i>1.3. Геометрия режущих лезвий зенкера</i> .....	10
<b>2. ВЫПОЛНЕНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ</b> .....	12
<i>2.1. Изучение конструкции и геометрии зенкера</i> .....	12
<i>2.2. Выполнение эскизов зенкера</i> .....	13
<i>2.3. Измерение конструктивных и геометрических параметров зенкера</i> .....	13
<i>2.4. Содержание отчёта</i> .....	20
<b>3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ МАРШРУТ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЗЕНКЕРОВ</b> .....	20
<b>4. ЗАТОЧКА ЗЕНКЕРОВ</b> .....	20
<b>КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ</b> .....	23
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ</b> .....	24
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b> .....	25

Учебное издание

## **ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ГЕОМЕТРИИ ЗЕНКЕРОВ**

*Методические указания к лабораторной работе*

Составители: ***Волков Александр Николаевич,  
Сазонов Михаил Борисович,  
Шабалин Юрий Александрович,  
Чигринёв Илья Александрович***

Редактор Т.К. Кретинина  
Компьютерная верстка А.В. Ярославцева

Подписано в печать 10.08.2012. Формат 60x84 1/16.  
Бумага офсетная. Печать офсетная. Печ. л. 2,0.  
Тираж 200 экз. Заказ . Арт. – М10/2012.

Самарский государственный аэрокосмический университет.  
443086 Самара, Московское шоссе, 34.

---

Изд-во Самарского государственного аэрокосмического университета.  
443086 Самара, Московское шоссе, 34.

