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

# Обработка поверхностей зенкерованием

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

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

очная и заочная формы обучения

Энгельс 2026

# ВВЕДЕНИЕ

Зенкерованием называют процесс обработки предварительно полученного отверстия методом литья, ковки, штамповки или сверления с целью придания ему заданного размера, геометрической формы и более высокого класса шероховатости при помощи инструмента-зенкера. Эта операция может быть либо окончательной с целью получения отверстия 8-9 квалитета точности и 5-6 класса шероховатости, либо предварительной – перед развертыванием.

# 1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью данной работы является закрепление теоретических знаний по назначению различных типов зенкеров, области их применения, их конструкцией и геометрией.

# 2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

## Особенности конструкции и назначение зенкеров

По сравнению со сверлом зенкер обладает повышенной жесткостью, имеет больше режущих зубьев (обычно 3-4) и направляющих ленточек. В нём отсутствует поперечная кромка, что обеспечивает минимальный увод инструмента и разбивку отверстия. Зенкерование точнее и производительнее рассверливания и растачивания резцом. Припуск на зенкерование 1-4 мм на диаметр [2].

## Типы зенкеров, элементы и геометрия

Зенкер, предназначенный для предварительного зенкерования отверстий под развертку, обозначается «Зенкер № 1»; зенкер, предназначенный для окончательной обработки отверстий – «Зенкер № 2». В табл. 1 приведены отклонения размеров диаметров зенкеров.

В зависимости от назначения зенкеры подразделяются на следующие группы:

1) спиральные зенкеры (рис. 2) применяются для обработки сквозных цилиндрических отверстий;

2) цилиндрические зенковки (рис. 1 а,г), применяемые для обработки торцов у литых бобышек и отверстий под цилиндрические головки винтов;

3) конические зенковки (рис. 1 б,в), применяемые для обработки конических гнезд и зенкерования центров в заготовках.

Таблица 1

| Номинальный диаметр, мм | Зенкер № 1 | | Зенкер № 2 | |
|---|---|---|---|---|
| | Отклонения, мкм | | | |
| | верхнее | нижнее | верхнее | нижнее |
| до 18 | -150 | -200 | +60 | +20 |
| 18-30 | -200 | -250 | +70 | +20 |
| 30-50 | -240 | -300 | +90 | +30 |
| св. 50 | -290 | -365 | +105 | +30 |

По конструктивным признакам зенкеры делят на цельные, сборные и насадные.

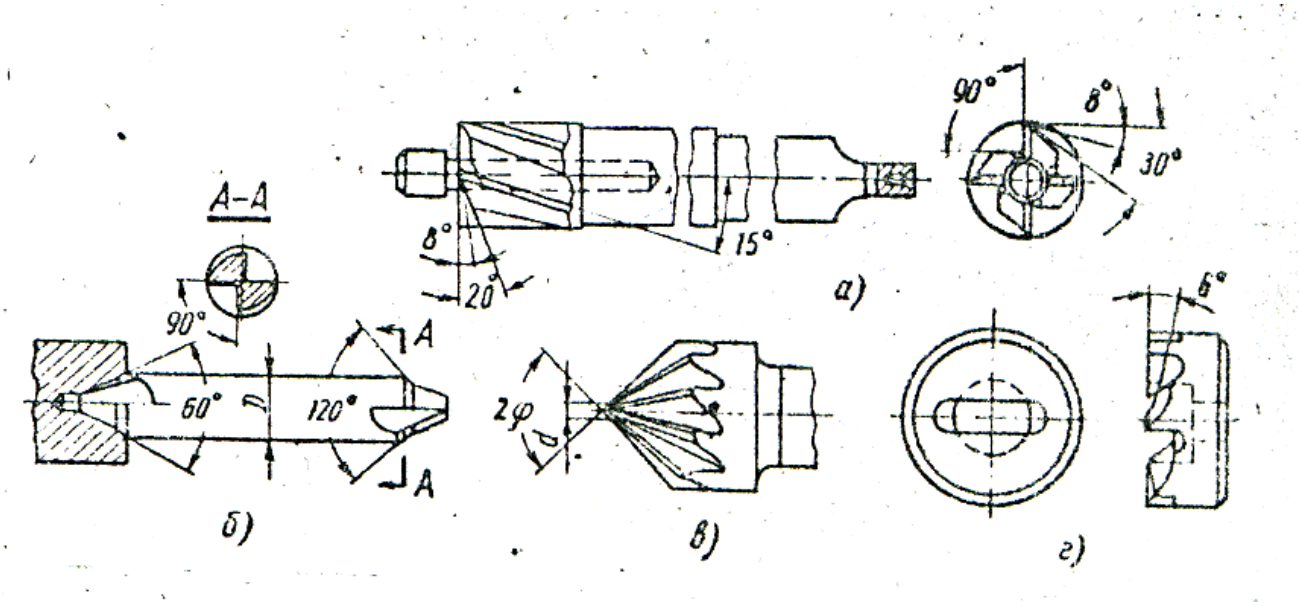



Рис. 1. Конструкция зенкеров: а) зенкер для цилиндрических углублений; б) зенковка; в) коническая зенковка; г) зенкер для зачистки торцовых поверхностей

На рис. 2 показаны элементы цилиндрического зенкера.

Части цилиндрического зенкера следующие:

1. Режущая (заборная) часть – поверхность, несущая на себе режущие кромки, расположенные под углом в плане φ. Она выполняет основную работу резания.

Угол режущей (заборной) части 2φ у зенкеров, если нет особых условий, вызванных технологическими причинами, рекомендуется принимать в следующих пределах:

а) обработка стали – 12°

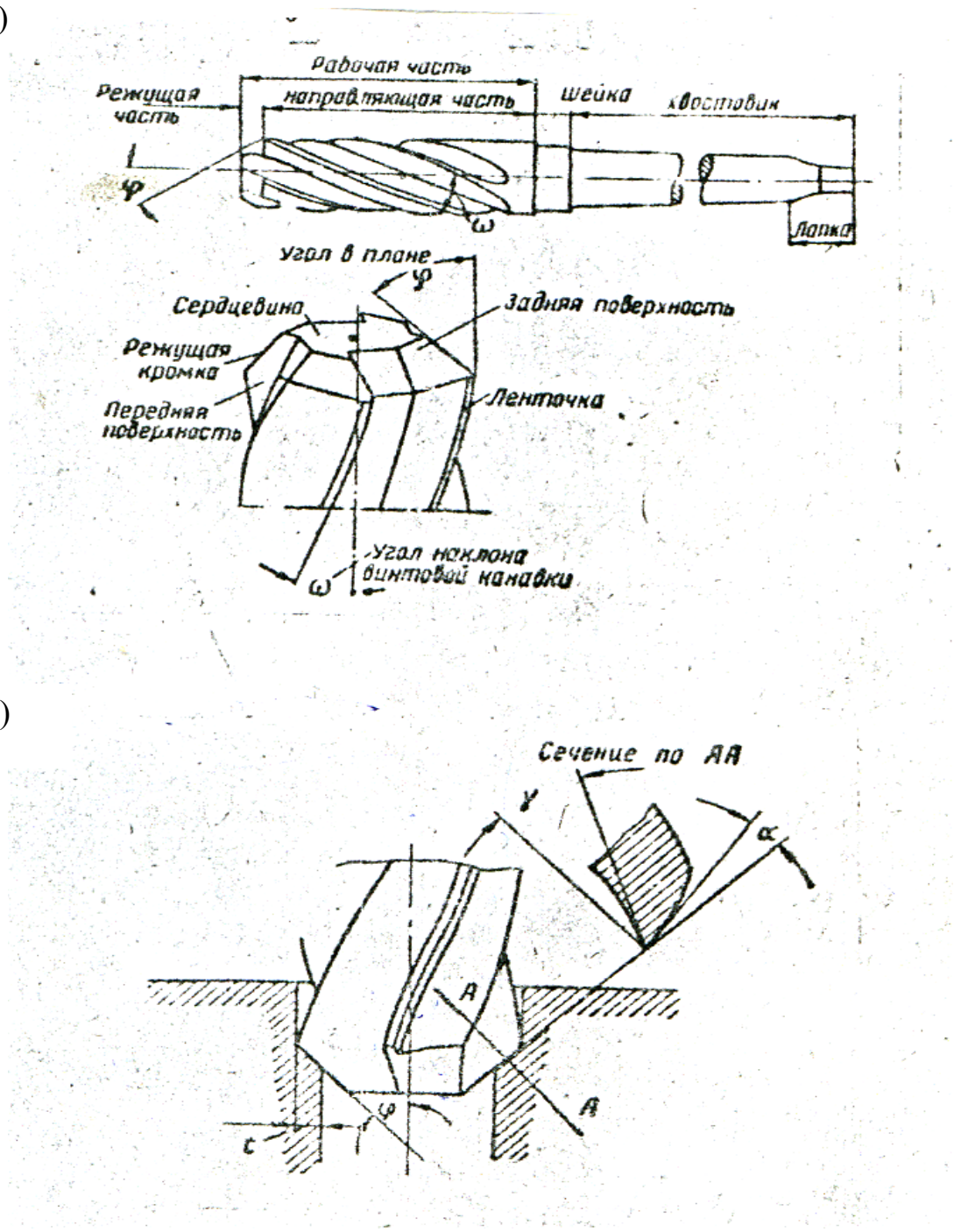
б) обработка чугуна – 90° или 120°;

в) работа вподрезку – 180°;

г) зенкеры с твердыми сплавами – 120°;

д) двузубые зенкеры – 150°.

а)




б)

Рис. 2. а) элементы цилиндрического зенкера,
б) геометрические параметры цилиндрического зенкера

2. Калибрующая (направляющая) часть – поверхность, снабженная узкими ленточками и служащая для направления зенкера в отверстии в процессе резания. С целью уменьшения трения и износа зенкера ленточки шлифуют не по цилиндру, а с небольшой конусностью. Обратная конус-

ность зенкеров, в зависимости от условий работы, может изменяться в пределах 0,05 до 0,15 мм на 100 мм длины.

Хвостовик – часть, служащая для закрепления зенкера. Геометрические параметры зенкера показаны на рис. 2 б.

Передний угол γ измеряется в главной секущей плоскости, перпендикулярной к проекции режущей кромки на основную плоскость. В зависимости от механических свойств обрабатываемого материала и материала режущей части зенкера передний угол γ назначается в пределах от 0 до 30º.

В остальных случаях в целях упрочнения режущих кромок приходится уменьшать значение γ. Так, у зенкеров, изготовленных из быстрорежущей стали, при обработке стальных деталей γ= 8 - 15º, при обработке цветных металлов и сплавов γ = 25 - 30º, у зенкеров, оснащенных пластинками из твердых сплавов, при обработке чугуна γ = 5º, при обработке стали γ = 0 - 5º.

Задний угол α изменяется в плоскости NN и выполняется в пределах 8 - 10º.

Угол наклона винтовой канавки ω изготавливается в пределах от 10 до 25º [1].

### 2.3. Материал

Зенкеры с коническим хвостовиком делают цельными, если они изготовлены из инструментальных сталей У12А и 9ХС, и сварными, если их рабочая часть выполнена из быстрорежущей стали марок Р9 и Р18.

Корпуса зенкеров как цельных, так и насадных, оснащенных пластинками из твердых сплавов Т15К6 и ВК8, изготавливают из стали 45 или 40Х.

## 3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ.

### 3.1. Оборудование, оснастка, приборы и материалы

1. Оборудованное рабочее место.
2. Цилиндрический спиральный зенкер 20-30 мм.
3. Микрометр от 0 до 40 мм с ценой деления 0,01 мм.
4. Плоскопараллельные концевые меры длины.
5. Штангенциркуль от 0 до 100 мм.
6. Универсальный угломер.
7. Масштабная линейка длиной 300-400 мм.
8. Бензин.
9. Ветошь.

### 3.2. Техника безопасности труда

1. Работу с бензином производить в специальном помещении с интенсивной вытяжкой.

## 4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ЧАСТИ РАБОТЫ

4.1. Взять образец цилиндрического спирального зенкера, протереть ветошью, смоченной в бензине, просушить.

4.2. Проверить точность настройки микрометра по концевым мерам длины.

4.3. Измерить основные конструктивные элементы и геометрические параметры спирального зенкера.

Основные конструктивные элементы и геометрические параметры спирального зенкера определяют следующим образом:

1) действительный диаметр Д измеряют микрометром у режущей части по ленточкам;

2) диаметр $Д_1$ измеряют микрометром у шейки в том месте, где заканчивается канавка;

3) расстояние l между сечениями, в которых измерялись диаметры Д и $Д_1$, измеряют масштабной линейкой или штангенциркулем;

4) конусность калибрующей части зенкера К на 100 мм длины определяют по формуле

$$К=(Д – Д_1)/2 \cdot 100$$

5. угол наклона винтовой канавки на периферии зенкера ω определяют по его тангенсу

$$\mathrm{tg}\ \omega = \pi Д / Н,$$

где Д – диаметр зенкера, мм;

Н – шаг винтовой линии, мм;

Шаг винтовой линии Н измеряют вдоль образующей зенкера масштабной линейкой или штангенциркулем.

6. угол режущей (заборной) части зенкера 2 измеряют универсальным угломером. При правильной заточке зенкера эти углы должны быть одинаковыми;

7. длины главных режущих кромок измеряют масштабной линейкой или штангенциркулем. При правильной заточке зенкера длины всех режущих кромок должны быть одинаковыми;

8. передний угол γ в главной секущей плоскости в любой точке X главной режущей кромки, находящийся на расстоянии от оси зенкера приближенно определяют по величине его тангенса

$$\mathrm{tg}\gamma = \frac{Q_k \cdot \mathrm{tg}\omega}{D \cdot \sin\varphi}$$

Пользуясь этой формулой и результатами измерений углов, подсчитывают значения величин передних углов в различных точках главной режущей кромки. Полученные данные заносим в табл. 2.

Таблица 2

Протокол измерения основных конструктивных элементов и геометрических параметров спирального зенкера

| Измеряемые элементы | Обозначение | Величины |
|---|---|---|
| Диаметр зенкера: | | |
| – у режущей части | Д | |
| – у шейки | $Д_1$ | |
| – длина рабочей части | $l$ | |
| – конусность на длине 100 мм | К | |
| – угол наклона режущей кромки | $\varphi$ | |
| – угол наклона винтовой линии | $\omega$ | |
| – главный передний угол | $\gamma_н$ | |

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Дать характеристику предложенного зенкера.
2. Указать марку материала режущей части зенкера.
3. Изобразить эскиз зенкера с указанием его конструктивных элементов и геометрических параметров.
4. Представить результаты измерения основных конструктивных элементов и геометрических параметров зенкера.
5. Указать область применения предложенного зенкера и его возможности в отношении точности и шероховатости поверхности отверстия.
6. Выводы по работе.

### Контрольные вопросы

1. Назначение и область применения зенкеров.
2. Типы зенкеров.
3. Деление зенкеров по конструктивным признакам.
4. Элементы и геометрические параметры зенкеров.
5. Материалы зенкеров.
6. Методика измерения и расчета конструктивных элементов и геометрических параметров спирального зенкера.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кучер А.М. Металловедение и технология конструкционных материалов: учебник для студенов / А.М. Кучер, Л.М. Пейсаков. 3 изд. – СПб: Изд–во А.А. Михайлова, 2005. – 220 с.
2. Справочник инженера-технолога в машиностроении /А.П. Бабичев, Ч.М. Гукарина, Т.Н. Рысева, П.Д. Мотренко. Ростов н/Д.: Феникс, 2006. – 286 с.

# Обработка поверхностей зенкерованием

Методические указания
к выполнению лабораторной работы
по дисциплине «Технология конструкционных материалов»
для студентов механических специальностей
всех форм обучения

Составили: Долгих Анатолий Михайлович
Басков Лев Васильевич

Подписано в печать Формат 60x84 1/16
Бум. офсет. Усл. печ. л. Уч.-изд. л.
Тираж экз. Заказ Бесплатно
Саратовский государственный технический университет
410054, Саратов, ул. Политехническая, 77
Отпечатано в РИЦ СГТУ. 410054, Саратов, ул. Политехническая, 77